

Número: 168/2006



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**PÓS-GRADUAÇÃO EM POLÍTICA CIENTÍFICA E
TECNOLÓGICA**

ELIANE LARANJA DIAS

**REDES DE PESQUISA EM GENÔMICA NO BRASIL: POLÍTICAS PÚBLICAS E
ESTRATÉGIAS PRIVADAS FRENTE A PROGRAMAS DE SEQUENCIAMENTO
GENÉTICO**

Dissertação apresentada ao Instituto de Geociências como
parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em
Política Científica e Tecnológica

Orientadora: Prof. Dra. Maria Beatriz M. Bonacelli

Co-orientadora: Dra. Débora Luz de Mello

CAMPINAS - SÃO PAULO

Agosto - 2006

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA CENTRAL DA UNICAMP
Bibliotecário: Helena Joana Flipsen – CRB-8ª / 5283

D543r Dias, Eliane Laranja.
Redes de pesquisa em genômica no Brasil: políticas públicas e estratégicas privadas frente a programas de seqüenciamento genético / Eliane Laranja Dias. -- Campinas, SP : [s.n.], 2006.

Orientadores: Maria Beatriz Machado Bonacelli, Débora Luz de Mello.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências.

1. Biotecnologia. 2. Dinâmica de redes. 3. Políticas públicas. 4. Genomas. 5. Inovações tecnológicas. 6. Cacau. 7. Eucalipto. I. Bonacelli, Maria Beatriz Machado. II. Mello, Débora Luz de. III. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Geociências. IV. Título.

Título e subtítulo em inglês: Research networks on genomics in Brazil : public policies and private strategies toward genetic sequencing programs.

Palavras-chave em inglês (Keywords): Biotechnology, Networks dynamics, Public policy, Genomes, Technological innovations, Cacao, Eucalyptus.

Área de concentração: Política Científica e Tecnológica.

Titulação: Mestre em Política Científica e Tecnológica.

Banca examinadora: Maria Beatriz Machado Bonacelli, Gonçalo Amarante Guimarães Pereira, Sergio Luiz Monteiro Salles Filho.

Data da Defesa: 28-08-2006.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

PÓS-GRADUAÇÃO EM POLÍTICA CIENTÍFICA E
TECNOLÓGICA

AUTORA: ELIANE LARANJA DIAS

**REDES DE PESQUISA EM GENÔMICA NO BRASIL: POLÍTICAS PÚBLICAS E
ESTRATÉGIAS PRIVADAS FRENTE A PROGRAMAS DE SEQUENCIAMENTO
GENÉTICO**

ORIENTADORA: Profa. Dra. Maria Beatriz Machado Bonacelli

CO-ORIENTADORA: Dra. Débora Luz de Mello

Aprovada em: ____/____/____

EXAMINADORES:

Profa. Dra. Maria Beatriz Machado Bonacelli _____ - **Presidente**

Prof. Dr. Gonçalo Amarante Guimarães Pereira _____

Prof. Dr. Sergio Luiz Monteiro Salles-Filho _____

Campinas, 28 de agosto de 2006

À minha prima Marize, cuja ausência dá uma saudade apertada... Tenho a certeza que, mesmo em outra dimensão, vibra comigo mais essa conquista.

Lembra aquele poema do qual só sabíamos o início e o fim? Pois bem, pode ir decorando que um dia ainda vamos recitá-lo juntas e, dessa vez, completo.

Mal Secreto

Raimundo Correia

Se a cólera que espuma, a dor que mora
N'alma, e destrói cada ilusão que nasce,
Tudo o que punge, tudo o que devora
O coração, no rosto se estampasse;

Se se pudesse o espírito que chora
Ver através da máscara da face,
Quanta gente, talvez, que inveja agora
Nos causa, então piedade nos causasse!

Quanta gente que ri, talvez, consigo
Guarda um atroz, recôndito inimigo,
Como invisível chaga cancerosa!

Quanta gente que ri, talvez existe,
Cuja ventura única consiste
Em parecer aos outros venturosa!

À minha pequena grande família:

Meus pais, Ebel e Ilda, pelo amor, presença e dedicação integral ao longo da minha vida e por serem os responsáveis pelo meu desenvolvimento pessoal e profissional, que me garantiu mais essa vitória.

Minha irmã, Elaine, por me apoiar em todos os momentos. Sou sua fã, você é um exemplo de inteligência, força, coragem e determinação!

Luiz Fernando, meu sobrinho, um presente prá lá de especial, que ilumina a nossa vida há 27 anos.

Minha tia Nilza, pelo carinho e incentivo.

DEDICO ESSE TRABALHO

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Prof. Dr. Gonçalo Pereira que há seis anos me ofereceu a oportunidade de fazer parte da equipe do seu laboratório, acreditando e confiando em mim e no meu trabalho. Seu apoio e estímulo ao meu ingresso no mestrado, suas observações, sugestões e longos, agradáveis e proveitosos bate-papos, foram fundamentais para que eu “mandasse bala” e seguisse em frente. Minha admiração e respeito pela sua inteligência, energia, dinamismo, alegria e otimismo constantes e, sobretudo, seu grande coração.

Agradeço à Profa. Dra. Maria Beatriz Bonacelli (Bia) e Dra. Débora Mello, orientadora e co-orientadora dessa dissertação, por me ensinarem o “caminho das pedras” com muito carinho, competência, amizade e paciência ao longo de mais de dois anos de trabalho. Começar de novo não é uma tarefa simples, mas como disse Leonardo da Vinci *"Aprender é a única coisa de que a mente nunca se cansa, nunca tem medo e nunca se arrepende."* Fiquem certas de que adorei cada momento dessa jornada e aprendi muito com vocês!

Ao Prof. Dr. Sergio Salles, pelas observações no exame de qualificação, me ajudando a “enxergar” outros pontos relevantes para a dissertação e, especialmente, por aceitar participar da banca de defesa.

Aos professores Dra. Leda Gitahy e Dr. André Furtado que, durante os cursos de metodologia e dissertação fizeram sugestões importantes para o desenvolvimento desse trabalho.

À Ana Lúcia, uma amiga especial, iluminada, alegre, descontraída e “alto astral”. Obrigada pelo incentivo, idéias e dicas excelentes à dissertação e, principalmente, pela força e amizade, compartilhando minhas dúvidas, angústias, alegrias e conquistas.

À Márcia, outra grande amiga do coração, desde os tempos da graduação na Unicamp. Apesar da distância geográfica há tantos anos, nossa amizade permanece firme até hoje. Obrigada por dividir comigo a alegria dessa volta aos estudos.

Meu agradecimento mais que especial à Dra. Ana Maria Espin, por ter me apresentado ao Gonçalo e, a partir daí, contribuído para mudar a minha trajetória de vida profissional.

À Andréa (Déa), pela amizade, carinho e, principalmente, por me ajudar na difícil tarefa de administrar e manter funcionando um laboratório com 30 pessoas.

Agradeço especialmente ao Edu e Marcelo, da Bioinfo, pela paciência e constante bom humor. Edu por me ajudar com as figuras, gráficos, apresentações feitas e refeitas tantas vezes e Marcelo por sempre me socorrer nas panes do meu micro e do sistema.

Aos meninos e meninas do Laboratório de Genômica e Expressão, pelo carinho, atenção, amizade e agradável convivência no dia-a-dia: Carlinha, Ana Paula, Johana, Leandra, Odalys, Silvia, Dani (filhona), Ana Carolina, Sula, Michelle, as duas Carol (loira e morena), Taís, Deyse, os dois Jorge (baiano e carioca), Bruno, Zapa, Gustavo, Barau, Lucas, Tiago, Tibúrcio, Welbe, Eliézer e Javier. Também foi ótimo trabalhar e compartilhar bons momentos com aqueles que já “bateram asas” e se encontram em outros laboratórios, cidades, estados, países: Léo, Lyndel, Anderson, Fernandinha, Raquel, Diana, Carol Cotomacci, Cene (Merci!), Lilica, Alessandra, Gisele, as duas Camila (Santos e Ramos), Babi, Anita, Naiara, Paola, Anders, Gabriel, Danilo, Diego, José Pedro, Rodrigo, Júlio, Elaine, Marina, Hugo, Soneca, Marcos Renato, Scaff, Victor Genu, Vitão, Vaguinho, Fernando, Luciano, Vinícius, Marcelo Marchi, Márcio. Vocês são realmente uma “galera” muito especial e querida!

Também aos meus amigos da pós-graduação, pelos bons momentos nas salas de aula e, principalmente fora delas, em nossos encontros gastronômicos, sempre regados com muita diversão: Muriel (Jaime), Ana Flávia (Daniel), Polly (Guilherme), Simony, Rafa e Cris, André, Vanderléia, Leide, Neide e Silvia. Foi ótimo conhecer vocês.

Ao amigo Cláudio Cunha, analista de projetos de Biotecnologia do CNPq, pela sua colaboração e atenção aos projetos desenvolvidos no nosso laboratório e pelas informações e dados dos projetos genomas regionais, que foram essenciais ao meu trabalho.

À Adriana Bin, Solange, David e Claudenício do Geopi por me receberem sempre com simpatia, atenção e gentileza.

Agradeço à Priscilla Efraim, pesquisadora da Cereal Chocotec do Ital que entende tudo de chocolate, pelas informações sobre essa “saborosa” indústria.

Especialmente à Camila Dias, cujo trabalho conheci na Internet e que coincidentemente veio cursar o doutorado no DPCT, por me emprestar sua dissertação de mestrado sobre cacau e um livro de sua autoria sobre celulose que foram muito bem aproveitados no meu trabalho.

À Glícia Santos por ter me ajudado com os questionários para os projetos.

Ao pessoal do CRIA, Dora e Vanderlei, amigos de muitos anos, com os quais dividi momentos agradáveis e especiais no trabalho e em família, Rosely e Cris, pela força ao meu ingresso no mestrado.

À Edinalva, Val e Adriana, pela eficiência e gentileza, tornando nossos caminhos burocráticos mais fáceis.

Agradeço, também, ao Dr. Dário Grattapaglia, coordenador do *Genolyptus*, que me ofereceu a oportunidade de participar de uma das reuniões anuais do projeto e por me passar informações importantes para o desenvolvimento dessa dissertação.

Aos professores e pesquisadores dos projetos genoma da Vassoura de Bruxa e do *Genolyptus*, por fazerem uma pausa no seu precioso tempo para responder aos questionários: Dr. Júlio Cascardo, Dr. Aristóteles Góes Neto, Dra. Karina Gramacho, Dra. Luciana Veiga, Dr. Giancarlo Pasquali, Dra. Marilda Gonçalves, Dra. Rosana Brondani, Dr. Giorgios Pappas Jr., Dr. Acelino Alfenas, Dr. Júlio Sousa Bueno Filho, Dra. Cristina Marques, César Augusto Bonine, Osvaldo Navegante Cândia, Ivone Namikawa Fier, Alexandre Missiaggia, Júpiter Muro Abad.

À minha família, com gratidão e amor, por tudo o que sempre fizeram por mim.

A todos que, de alguma forma, me ajudaram e contribuíram para que eu atingisse mais essa etapa, agradeço.

- Tudo tem seu apogeu e seu declínio...

É natural que seja assim, todavia, quando tudo parece convergir para o que supomos o nada, eis que a vida ressurge, triunfante e bela!...

Novas folhas, novas flores, na infinita benção do recomeço!...

(Francisco Cândido Xavier)

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	1
CAPÍTULO 1. DINÂMICA TECNOLÓGICA E CONCORRENCIAL DA INOVAÇÃO	7
1.1. Os instrumentos teórico-conceituais da abordagem evolucionista	7
1.2. Contribuições dos conceitos de cadeias produtivas e inovativas e de custos de transação na análise de arranjos institucionais de pesquisa	17
1.3. O setor de cacau e chocolate no Brasil.....	22
1.3.1. A cadeia produtiva de cacau e chocolate no Brasil.....	22
i) O desenvolvimento da lavoura cacaueira	23
ii) A indústria processadora e chocolateira	31
1.3.2. A cadeia inovativa do cacau e chocolate.....	34
i) A dinâmica técnico-científica em cacau e chocolate	34
ii) Agregação de valor e estratégias de concorrência.....	40
1.4. A eucaliptocultura e a dinâmica técnico-concorrencial do setor de papel e celulose no Brasil	44
1.4.1. A cadeia produtiva do setor de papel e celulose no Brasil.....	44
1.4.2. A cadeia inovativa do setor de papel e celulose no Brasil	55
i) A dinâmica técnico-científica em celulose e papel.....	55
ii) Agregação de valor e estratégias concorrenciais	63
1.5. Comentários finais.....	65
CAPÍTULO 2. ORGANIZAÇÃO DA PESQUISA E DA INOVAÇÃO – REDES TÉCNICO-CIENTÍFICAS.....	70
2.1. Formas de organização da pesquisa e da inovação: o conceito de redes de pesquisa.....	71
2.2. Da descoberta do DNA às redes de pesquisa genômicas	84
2.3. O desenvolvimento das redes genômicas: o contexto brasileiro.....	92
2.4. Comentários finais.....	107
CAPÍTULO 3. AS REDES GENÔMICAS DA VASSOURA DE BRUXA E DO GENOLYPTUS.....	110
3.1. A Rede Genômica do Estado da Bahia – Projeto Genoma da Vassoura de Bruxa: motivações e principais características	111
3.2. A Rede Brasileira de Pesquisa do Genoma do <i>Eucalyptus</i> – Projeto <i>Genolyptus</i> : motivações e principais características	120
3.3. As redes de pesquisa do PGVB e PGL: principais resultados	129
3.3.1. Projeto Genoma da Vassoura de Bruxa (PGVB): discussão e análise dos resultados	129
3.3.1.1. Informações gerais dos laboratórios integrantes da rede PGVB.....	130
3.3.1.2. Informações no âmbito da rede PGVB	131
<i>Infra-estrutura do PGVB (material permanente e instalações)</i>	131
<i>Bolsas concedidas para o desenvolvimento do PGVB</i>	132

<i>Produção Científica</i>	137
<i>Novas linhas de pesquisa desenvolvidas pelos laboratórios e projetos aprovados relacionados ao PGVB</i>	139
3.3.1.3. Projeto PGVB: pontos fortes, dificuldades e oportunidades do trabalho em rede	144
3.3.1.4. Ações e principais resultados do PGVB	146
3.3.1.5. Comentários finais.....	148
3.3.2. Projeto <i>Genolyptus</i> : discussão e análise dos resultados	150
3.3.2.1. As universidades e os institutos de pesquisa participantes do PGL	151
i) Perfil dos laboratórios das universidades e institutos de pesquisa integrantes da rede PGL	151
ii) Impactos para universidades e institutos de pesquisa participantes da rede PGL ...	152
<i>Infra-estrutura do PGL (material permanente e instalações)</i>	152
<i>Bolsas concedidas para desenvolvimento do PGL</i>	155
<i>Produção Científica</i>	159
<i>Expectativas das universidades e institutos de pesquisa em relação aos resultados do PGL</i>	163
3.3.2.2. As empresas privadas de celulose e papel participantes do PGL.....	164
i) Informações gerais das empresas privadas participantes da rede PGL	164
<i>As vantagens competitivas das empresas de papel e celulose da amostra</i>	164
<i>As atividades de P&D nas empresas privadas de celulose e papel da amostra</i>	166
ii) O desenvolvimento do PGL e seus impactos para as empresas privadas de celulose e papel participantes da rede	171
3.3.2.3. Rede PGL: pontos fortes, dificuldades e oportunidades	175
3.3.2.4. Comentários finais.....	178
4. CONCLUSÕES.....	183
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	189
ANEXO I - SÍNTESE COMPARATIVA DAS CULTURAS DE CACAU E EUCALIPTO, DA DINÂMICA TÉCNICO-CONCORRENCIAL DOS MERCADOS E DA ORGANIZAÇÃO DA PESQUISA EM CACAU E CHOCOLATE E EM PAPEL E CELULOSE.....	199
ANEXO II - QUADROS DOS DADOS COLETADOS DO PROJETO GENOLYPTUS (PGL).....	202
ANEXO III - QUADROS DOS DADOS COLETADOS DO PROJETO GENOMA DA VASSOURA DE BRUXA (PGVB).....	209
ANEXO IV - QUESTIONÁRIO ENVIADO AOS GRUPOS INTEGRANTES DA REDE PGVB (PROJETO GENOMA DA VASSOURA DE BRUXA)	213
ANEXO V - QUESTIONÁRIO ENVIADO AOS GRUPOS INTEGRANTES DA REDE PGL (PROJETO <i>GENOLYPTUS</i>.....)	216

SUMÁRIO DE FIGURAS

Figura 1.1. Cadeia produtiva do cacau e chocolate.....	23
Figura 1.2 – Cadeia inovativa de cacau e chocolate	39
Figura 1.3 – Cadeia produtiva de celulose e papel.....	45
Figura 1.4 – Cadeia inovativa do setor de papel e celulose	62
Figura 3.1. Abrangência do PGVB: atores e localização.....	117
Figura 3.2. Abrangência do PGL: atores e localização.....	127

SUMÁRIO DE GRÁFICOS

Gráfico 1.1 – Produção de cacau no Estado da Bahia, 1975 – 2005, em mil t.	29
Gráfico 1.2 – Evolução da produção de cacau em amêndoas dos principais países produtores, 1965 a 2005, em mil t.	29
Gráfico 1.3 – Evolução da produção de celulose e papel no Brasil, 1960 - 2005.....	49
Gráfico 3.1. Nível de bolsas concedidas ao PGVB, em %, setembro de 2000 – 2005	133
Gráfico 3.2. Número de bolsas concedidas ao PGVB, por instituição, setembro de 2000 – 2005	133
Gráfico 3.3. – Bolsas concedidas ao PGVB, por agências e outras entidades financiadoras, em %, setembro de 2000 – 2005	135
Gráfico 3.4. Produção científica, teses e dissertações e outros trabalhos, em números, setembro de 2000 – 2005	139
Gráfico 3.5. Participação das agências e outras entidades financiadoras no PGVB, em %, setembro de 2000 – 2005	141
Gráfico 3.6. Participação dos recursos financeiros por instituição do PGVB, em %, setembro de 2000 – 2005	141
Gráfico 3.7. Tipo de bolsas concedidas ao PGL, em %, 2002 – 2005	155
Gráfico 3.8. Bolsas concedidas por instituição participante do PGL, em %, 2002 – 2005.....	157
Gráfico 3.9. Bolsas concedidas ao PGL por agência e entidades financiadoras, em %, 2000 - 2005	159
Gráfico 3.10. Produção científica, teses e dissertações e outros trabalhos do PGL, em %, 2002 – 2005	161

SUMÁRIO DE QUADROS - GERAL

Quadro 1.1 – Perfil do setor de celulose e papel no Brasil – números de 2005.....	54
Quadro 1.2. Características gerais das culturas de cacau e eucalipto	199
Quadro 1.3. Características dos mercados de cacau e chocolate e de papel e celulose	200
Quadro 1.4. Dinâmica da pesquisa em cacau e eucalipto	201
Quadro 2.1. – Projetos Genoma Fapesp.....	95
Quadro 2.2. – Projetos e Programas Genoma do MCT/CNPq.....	100
Quadro 3.25. Elementos de comparação das redes PGVB e PGL	180

SUMÁRIO DE QUADROS DO PROJETO *GENOLYPTUS*

Quadro 3.2. PGL: subprojetos e atores envolvidos	124
Quadro 3.3. Perfil das empresas privadas participantes do PGL	202
Quadro 3.4. Universidades, institutos de pesquisa e empresas privadas e suas atividades no PGL	205
Quadro 3.12. Linhas de pesquisa das instituições participantes do PGL, apoio financeiro e número de projetos em andamento – Junho de 2005	206
Quadro 3.13. Pessoal técnico-científico envolvido nas atividades gerais dos laboratórios das instituições participantes do PGL – 2004.....	207
Quadro 3.14. PGL: Número e tipos de bolsas por instituição, de 2002 – 2005	207
Quadro 3.15. PGL: Número de bolsas por agência financiadora, de 2002 – 2005	208
Quadro 3.16. PGL: Produção científica, teses e dissertações, outros trabalhos, por instituição, 2002 – 2005	208
Quadro 3.17. Expectativa de resultados em relação ao PGL, por escala de importância	163
Quadro 3.18. Vantagens competitivas das empresas do setor de papel e celulose	165
Quadro 3.19. Número de instituições parceiras, frequência e importância das parcerias para atividades de P&D, 2002 - 2004	168
Quadro 3.20. Distribuição interna das despesas de P&D, por atividade, em %	169
Quadro 3.21. Expectativas das empresas com os resultados do PGL	174

SUMÁRIO DE QUADROS DO PROJETO GENOMA DA VASSOURA DE BRUXA

Quadro 3.1. Instituições participantes e atividades no PGVB	119
Quadro 3.5. Linhas de pesquisa das instituições participantes do PGVB, apoio financeiro e número de projetos em andamento – Junho de 2005	209
Quadro 3.6. Pessoal técnico-científico envolvido nas atividades gerais dos laboratórios das instituições participantes do PGVB – 2004.....	209
Quadro 3.7. PGVB: Número e tipos de bolsas concedidas por instituição, setembro de 2002 – 2005	210
Quadro 3.8. PGVB: Número de bolsas por agências e entidades financiadoras, setembro de 2000 - 2005.....	210
Quadro 3.9. PGVB: Produção científica, teses e dissertações, outros trabalhos, por instituição, setembro de 2000 – 2005	211
Quadro 3.10. Outros auxílios recebidos para projetos relacionados ao PGVB, por agência financiado, instituição e valor em R\$, setembro de 2000 – 2005	211
Quadro 3.11. Número de projetos relacionados ao PGVB, por agência financiadora e valor em R\$, setembro de 2000 – 2005	212

SIGLAS

ABCC – Associação Brasileira de Criadores de Camarão

Abicab – Associação Brasileira das Indústrias de Chocolate, Cacau, Balas, Amendoim e Derivados

AEG – Agronomical Environmental Genomes

AIPC - Associação das Indústrias Processadoras de Cacau

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

Bracelpa – Associação Brasileira da Indústria de Celulose e Papel

BRGene – Projeto Genomas Regionais

CADE – Conselho Administrativo da Defesa Econômica

Capes – Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CBP&D/Café – Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café

CENA – Centro Nacional de Energia para Agricultura

Cenargen – Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

Cenex – Centro de Extensão

Cepec – Centro de Estudos do cacau

Ceplac – Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira

Cerflor – Programa Nacional de Certificação Florestal

Cirad – Centre de Coopération Internationale em Recherche Agronomique

CNC – Comissão Nacional do Cacau

CNPAF – Embrapa Arroz e Feijão

CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

Copersucar – Cooperativa dos Produtores de Cana-de açúcar, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo

DNA – do inglês Ácido Desoxirribonucléico

DOE – Department of Energy

ECF – Elemental Chlorine Free

Embrapa – Empresa Brasileira de Produtos Agropecuários

Epamig – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais

EPM – Escola Paulista de Medicina

Esalq – Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz

FAEB – Federação de Agricultura e Pecuária do Estado da Bahia
FAO – Food and Agriculture Organization
FAP – Fundações de Amparo à Pesquisa Estaduais
Fapergs – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul
Fapesb - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia
Fapesp – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
Finep – Financiadora de Estudos e Projetos
Forests – *Eucalyptus* Genome Project Consortium
FSC – Forest Stewardship Council
Fundecitrus – Fundo de Desenvolvimento da Citricultura
FVA – Fundo Verde Amarelo
Genopar - Projeto Genoma do Estado do Paraná
GMIS – Genome Management Information System
IAC – Instituto Agrônomo de Campinas
Iapar – Instituto Agrônomo do Paraná
IBB – Instituto Baiano de Biotecnologia
IBC – Instituto Biofábrica do Cacau
IBDF – Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal
Ibecau – Instituto Brasileiro de Estudos e Pesquisa em Cacaicultura
IBMP – Instituto de Biologia Molecular do Paraná
ICB – Instituto do Cacau da Bahia
IMIC – Instituto Miguel Calmon
Incaper – Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural
INOVA – Agência de Inovação Tecnológica da Unicamp
INPA – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
IPEF – Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais
IPT/CTCP – Instituto de Pesquisas tecnológicas/Centro de Tecnologia de Celulose e Papel
LNLS – Laboratório Nacional de Luz Síncrotron
LCP – Laboratório de Celulose e Papel
LPF – Laboratório de Patologia Florestal
MCT – Ministério da Ciência e Tecnologia
MDIC – Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior

NIH – National Institute of Health
NIT – Núcleo de Inovação Tecnológica
NSF – National Science Foundation
OGM – Organismos Geneticamente Modificados
ONSA – Organização para Sequenciamento e Análise de Nucleotídeos
PBRG – Programa de Biotecnologia e Recursos Genéticos
PCMIF – Programa de Cooperação e Monitoração de Insetos em Florestas
PCMIP – Programa de Cooperação para o Manejo de Pragas Florestais
PIGS - Programa de Investigação de Genomas Sul
PITE – Programa de Inovação Tecnológica em Empresas
PND – Plano Nacional de Desenvolvimento
PNPF – Programa Nacional de Pesquisa Florestal
Progene – Rede Genoma do Nordeste
Protef – Programa de Proteção Florestal
Realgene - Rede da Amazônia Legal de Pesquisas Genômicas
RioGene - Programa de Implantação da Rede Genoma do Estado do Rio de Janeiro
Seagri – Secretaria da Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária
SECTI/BA – Secretaria da Ciência, Tecnologia e Inovação do Estado da Bahia
SIF – Sociedade de Investigações Florestais
Sintec/RN – Secretaria de Ciência e Tecnologia do Estado do Rio Grande do Norte
SMolBNet – Structural Molecular Biology Network
TCF – Total Chlorine Free
UCB – Universidade Católica de Brasília
UCSal – Universidade Católica do Salvador
UESC – Universidade Estadual de Santa Cruz
UFBA/FF – Universidade Federal da Bahia/Faculdade de Farmácia
UFBA/IB – Universidade Federal da Bahia/Instituto de Biologia
UFLA – Universidade Federal de Lavras
UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais
UFP – Universidade Fernando Pessoa
UFPE – Universidade Federal do Pernambuco
UFPR – Universidade Federal do Paraná

UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro

UFV – Universidade Federal de Viçosa

UMC – Universidade de Mogi das Cruzes

Unesp – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

Unicamp – Universidade Estadual de Campinas

Unifesp – Universidade Federal do Estado de São Paulo

URFS – Universidade Estadual de Feira de Santana

USDA/ARS – United States Department of Agriculture/Agriculture Research Services

USP – Universidade de São Paulo

VGDN - Viral Genetic Diversity Network (Projeto de Diversidade Genética de Vírus)



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

Pós-Graduação em Política Científica e Tecnológica

**REDES DE PESQUISA EM GENÔMICA NO BRASIL:
POLÍTICAS PÚBLICAS E ESTRATÉGIAS PRIVADAS FRENTE A PROGRAMAS DE
SEQÜENCIAMENTO GENÉTICO**

RESUMO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Eliane Laranja Dias

A revolução nas áreas científicas e tecnológicas nos últimos anos, assim como a complexidade que envolve, atualmente, o desenvolvimento da pesquisa vêm ensejando a organização de novos arranjos e formas de cooperação entre distintos atores que compõem o processo de inovação.

As redes de pesquisa em biotecnologia e genômica, como programas de investigação e seus nexos com a geração de novas tecnologias, vêm se apresentando como exemplos recentes das novas formas de articulação, sendo um importante instrumento de desenvolvimento científico e tecnológico e de busca de maior competitividade.

O objetivo dessa dissertação é o de analisar e avaliar as motivações para a formação de duas redes de pesquisa genômica no país: a do fungo *Crinipellis pernicioso*, causador da doença vassoura de bruxa em cacau e a do *Genolyptus*, que trabalha com o eucalipto. A primeira, com forte viés de política pública, procura enfrentar um dos principais problemas fitopatológicos do país - o ataque de fungos nos cacauzeiros – e resgatar uma atividade de grande importância econômica e social, notadamente na Bahia. A segunda, formada por uma rede nacional de pesquisa pré-competitiva em eucalipto, visa aumentar a produtividade e a competitividade de um dos setores de destaque na geração de divisas para o Brasil – o de celulose e papel. Procura-se verificar a influência de diferentes elementos na sua estruturação, configuração e desenvolvimento, incluindo a dinâmica técnico-concorrencial dos mercados em questão (cacau e chocolate e papel e celulose), a organização da pesquisa e do processo inovativo e o papel estratégico dos diferentes atores envolvidos.

O trabalho está estruturado em três capítulos, sendo que os dois primeiros discutem as principais ferramentas da abordagem evolucionista integrada aos conceitos de cadeias produtivas e inovativas e de redes de pesquisa. O terceiro capítulo discute a formação dessas duas redes genômicas, com base nos conceitos apresentados e em dados primários levantados, visando apontar os elementos mais relevantes para a compreensão da constituição e do desenvolvimento das atividades relacionadas às redes, assim como suas principais particularidades.

A realização da dissertação permitiu identificar um referencial importante para o estudo de arranjos cooperativos que congrega elementos das pesquisas sobre redes e sobre cadeias produtivas e inovativas, aplicando-o ao estudo das redes genômicas em questão. A contribuição deste estudo reside na proposição de que a articulação de uma rede de pesquisa é fortemente influenciada pelas características das cadeias produtivas e inovativas dos setores industriais envolvidos.



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

Pós-Graduação em Política Científica e Tecnológica

**RESEARCH NETWORKS ON GENOMICS IN BRAZIL: PUBLIC POLICIES AND
PRIVATE STRATEGIES TOWARD GENETIC SEQUENCING PROGRAMS**

ABSTRACT

MASTERS DISSERTATION

Eliane Laranja Dias

In recent years, the revolutions in science and technology and the complexity inherent to research development have led to the organization of novel cooperation arrangements between the different parties involved in the process of innovation.

Research networks in the areas of biotechnology and genomics, as well as research programs aimed at the production of new technologies are recent examples of these novel associations, constituting an important element in scientific and technological development and in the search for higher levels of competitive ability.

The goal of this dissertation was to analyze and evaluate the motivations for the creation of two genomic research networks in Brazil: the *Crinipellis pernicioso* Genome Project, a fungus that causes Witches' Broom disease of cocoa, and the *Genolyptus* Project, aimed at deciphering the transcriptome of *Eucalyptus* crops. The first network has a strong orientation towards public policies and aims at solving one of the main phytopathological problems in the country – fungal diseases of cacao trees – and to restore an agricultural activity of great economical and social importance to the State of Bahia. The latter network consists of a nation-wide association of pre-competitive research in *Eucalyptus* that aims at increasing the productivity and the competitive ability of one of the main production sectors that contributes to the generation of monetary assets in Brazil: the business of pulp and paper. We intend to verify the influence of the different elements to network structure, configuration, and development, also including the technical-competitive dynamics of the markets under consideration (cocoa and chocolate, as well as pulp and paper), the organization of the research and innovation process, and the strategic role of the different parties involved.

This work is organized into three chapters, with the first two discussing the main tools used for the evolutionary approach integrated to the concepts of productive and innovative chains and research networks. The third chapter discusses the creation of these two genomic networks, based on the concepts presented previously and on the primary data obtained, with the intention of pointing out the most important elements necessary to understand the constitution and development of the activities related to these networks, as well as their main particularities.

The realization of this dissertation allowed the identification of an important referential for the study of cooperative arrangements that conjugates elements of the research concerning networks and productive and innovative chains, and finally applying this referential to the study of the genomic networks under consideration. The contribution of this study resides in the proposition that the organization of a research network is strongly influenced by the particular characteristics of the productive and innovative chains of the industrial sectors involved.

INTRODUÇÃO

É indiscutível a influência que o desenvolvimento da pesquisa genômica e da biotecnologia vem exercendo em diferentes áreas do conhecimento, como agropecuária, saúde, ambiental e também em setores industriais específicos. Isso ocorre principalmente porque o seqüenciamento dos genes de um determinado organismo está se tornando uma ferramenta relevante no desenvolvimento tecnológico, permitindo desenhar e construir moléculas biologicamente importantes, que podem resultar na geração futura de inovações que venham a melhorar características fundamentais relativas à qualidade, à produtividade, entre outros, de produtos, processos e mesmo serviços.

Essa revolução nas áreas científicas e tecnológicas, assim como a complexidade que envolve a pesquisa atualmente vem ensejando a organização de novos arranjos e formas de cooperação, como as redes de pesquisa, entre distintos atores que fazem parte do processo de inovação.

O principal argumento dessa dissertação é o de que as redes de pesquisa apresentam organização, estrutura e conformação diferenciadas, influenciadas pelas especificidades técnico-econômicas dos setores de atuação, ou seja, pelas trajetórias tecnológicas e pelo ambiente concorrencial dos diferentes segmentos industriais. O grau de articulação entre os segmentos das cadeias produtivas e inovativas ou da integração entre os pólos científicos, tecnológicos e de mercado (Callon *et al.*, 1995), pode indicar a constituição de diferentes tipos de redes de pesquisa, como as redes científicas e as redes de inovação.

As redes científicas têm como ponto forte a realização de pesquisa básica destinada a promover conhecimento científico em determinada área, cujos resultados não estão necessariamente vinculados ao desenvolvimento de inovações e, nesse caso, a participação dos outros pólos não é tão importante. Por sua vez, se o setor industrial tem forte influência na determinação da pesquisa poderão ser geradas redes de inovação, as quais também envolvem conhecimento científico básico, mas com foco no desenvolvimento de inovações, seja em produtos ou em processos.

Para discutir esse argumento foram selecionadas duas redes de seqüenciamento genético conduzidas atualmente no Brasil: a do fungo *Crinipellis pernicioso*, causador da doença vassoura de bruxa em cacau, e o projeto *Genolyptus*, que trabalha com o eucalipto. A primeira, com forte viés de política pública, procura enfrentar um dos principais problemas fitopatológicos do país - o

ataque de fungos nos cacauzeiros – e resgatar uma atividade de grande importância econômica e social, notadamente na Bahia. A segunda, formada por uma rede nacional de pesquisa pré-competitiva em eucalipto, visa aumentar a produtividade e a competitividade de um dos setores de destaque na geração de divisas para o Brasil – o de papel e celulose.

O objetivo principal dessa dissertação é o de analisar e avaliar as motivações para a formação dessas duas redes de pesquisa genômica no país procurando verificar a influência de diferentes elementos na sua estruturação, configuração e desenvolvimento, quais sejam: a) a dinâmica técnico-concorrencial dos mercados em questão (cacau e chocolate e papel e celulose); b) a organização da pesquisa e do processo inovativo (fontes de financiamento e arranjos cooperativos para a pesquisa, fluxos de informação e formas de apropriação do conhecimento, contratos para a realização e o desenvolvimento da pesquisa, entre outros) e, c) o papel estratégico dos diferentes atores envolvidos (universidades, institutos de pesquisa, empresas, instituições e órgãos do Governo).

O trabalho proposto é de caráter exploratório-descritivo, de natureza qualitativa e quantitativa, procurando verificar e compreender melhor a realidade dessas redes genômicas. O estudo comparativo das redes amplia as possibilidades conclusivas, enriquecendo a pesquisa qualitativa por meio da descrição, explicação e comparação propriamente ditas dessas redes e permitindo a utilização deste mesmo arcabouço para a análise de outras redes de pesquisa.

Os procedimentos adotados compreenderam a coleta de dados primários e secundários, por meio de pesquisa bibliográfica, pesquisa documental (relatórios dos projetos, sites da Internet), questionários enviados aos participantes das redes analisadas e entrevistas com coordenadores das redes.

Foram elaborados dois questionários, um para as universidades e institutos de pesquisa e outro para as empresas privadas do setor de papel e celulose. Os questionários enviados aos participantes das universidades e institutos de pesquisa continham questões fechadas - com e sem escalas - e abertas, abrangendo dados gerais sobre os laboratórios participantes - desde pessoal envolvido, produção científica e tecnológica, projetos de pesquisa, entre outros, até motivações para participação, atividades no projeto, percepções do trabalho em rede, dificuldades e conflitos entre os atores, perspectivas de resultados e outros dados considerados relevantes para o estudo comparativo.

Para as empresas privadas, participantes do *Genolyptus*, as questões abrangeram, numa primeira parte, as informações gerais sobre a estrutura da empresa (capital, funcionários, vantagens competitivas) e os aspectos envolvendo as estratégias de concorrência e as atividades ligadas à área de P&D. Na segunda parte foram elaboradas questões diretamente relacionadas à organização da rede de pesquisa em questão, como as motivações, perspectivas futuras, relacionamento, dificuldades e vantagens do trabalho em rede pré-competitiva. As informações obtidas foram tabuladas de forma a fornecer orientação para o estudo comparativo das redes genômicas da Vassoura de Bruxa e do *Genolyptus* e possibilitar a análise sobre a forma de organização da pesquisa nestes dois casos.

O trabalho da dissertação está estruturado em 3 capítulos.

O Capítulo 1 discute os instrumentos conceituais e teóricos referentes à dinâmica técnico-concorrencial de setores industriais, com base nos argumentos apresentados pela abordagem evolucionista, a qual contribui para identificar as relações entre as dinâmicas de mercado (cacau e eucalipto), as de produção de conhecimentos técnico-científicos, aspectos sociais, a partir de conceitos como rotina, busca e seleção, os quais são o centro dessa abordagem. Os conceitos de cadeia produtiva e inovativa e os custos de transação complementam a discussão e sua importância na análise das redes genômicas reside no fato de que permitem visualizar as inter-relações existentes entre os diferentes segmentos que compõem os setores de cacau e chocolate e de papel e celulose, tornando-se uma ferramenta efetiva para entender suas estratégias concorrenciais.

O capítulo 2 auxilia nessa direção ao abordar como o processo de inovação tecnológica frente às novas dinâmicas de pesquisa vem exigindo cada vez mais a formação de arranjos de cooperação entre diferentes atores. São discutidos neste capítulo os aspectos teóricos e conceituais relativos às novas formas de organização da pesquisa científica e tecnológica, particularmente as redes de pesquisa. Na primeira parte do capítulo faz-se uma revisão da literatura, baseada fundamentalmente na contribuição dos trabalhos de Michel Callon, identificando os elementos que estão na origem das transformações na forma de se trabalhar com pesquisa básica, pesquisa aplicada e desenvolvimento tecnológico, com o objetivo de desenvolver o argumento de que as redes vêm se reafirmando como uma importante forma de organização da pesquisa, notadamente a genômica. A segunda parte apresenta a evolução dos estudos da biologia até a genômica, assim como a trajetória do seu desenvolvimento no Brasil, procurando

demonstrar como esses avanços vêm contribuindo para o avanço científico nessa área no país, via, em muitos casos, formação de redes de pesquisa, mas como também a não continuidade desse esforço e modelo está colocando o país em xeque no que se refere à evolução do conhecimento em áreas derivadas e mais avançadas que a genômica.

Redes de pesquisa são eficazes para lidar com projetos tecnológicos complexos em ambientes de rápida mudança técnico-científica e a pesquisa genômica – como a Vassoura de Bruxa e o *Genolyptus* - é um dos melhores exemplos desse novo modo de organização da pesquisa, pela complexidade de tarefas que exigem a integração de recursos humanos de alta qualificação em diferentes áreas do conhecimento, como genética, biologia molecular, computação, física, engenharia, estatística, entre outros. Além disso, os altos custos da pesquisa podem indicar também a organização de consórcios e outros arranjos cooperativos. Ao mesmo tempo, as redes de pesquisa constituem um aparato metodológico pertinente para a análise e caracterização da dinâmica tecnológica em setores industriais distintos, como os são os de cacau e chocolate e de papel e celulose.

Essas contribuições teórico-conceituais, que juntas agregam elementos essenciais à análise da dinâmica de novos arranjos institucionais voltados às atividades de pesquisa científica e tecnológica e à geração de inovações, são as bases para a discussão das redes genômicas da Vassoura de Bruxa e do *Genolyptus*, apresentadas no Capítulo 3: o que são, como são constituídas, sua dinâmica e funcionamento, sua importância como geradoras de conhecimento e inovações, dentre outros, procurando demonstrar porque esse tipo de arranjo é hoje predominante nessa área.

Os dados tabulados e analisados permitem uma melhor visão e compreensão dos processos de desenvolvimento, difusão e uso dos conhecimentos científicos e tecnológicos gerados por essas redes genômicas, evidenciando as principais diferenças na concepção e evolução das mesmas.

A discussão orientada a partir de conceitos e instrumentos da abordagem evolucionista, de cadeias produtivas e inovativas e de redes de inovação mostrou-se bastante interessante no estudo das redes genômicas da Vassoura de Bruxa e do *Genolyptus*, pois permite o entendimento das relações entre as instituições do ambiente econômico, técnico-científico e social na questão da tecnologia e desenvolvimento e apresenta homologias que viabilizam a conformação de arranjos em rede voltados à pesquisa e à inovação em projetos genômicos.

Da mesma forma, comparando-se os resultados e a dinâmica de trabalho das redes genômicas da Vassoura de Bruxa e do *Genolyptus*, verifica-se que as motivações e conformação dessas redes refletem a dinâmica competitiva e tecnológica dos mercados de cacau e chocolate e de papel e celulose e, por isso, apresentam características interessantes e particulares e que podem contribuir na proposição de estratégias para a readequação e conformação de outros programas e projetos para pesquisas nessa área.

Alguns dos principais resultados desse estudo permitem concluir que essas redes de pesquisa apresentam diferenças significativas em função, principalmente, da organização de suas cadeias produtivas e do desempenho técnico-concorrencial dos setores de cacau e chocolate e de papel e celulose. Observa-se que quanto mais coordenada é a cadeia produtiva, mais rapidamente os problemas são solucionados e também é maior a possibilidade de constituição de arranjos de cooperação para superá-los, como as redes de inovação, principalmente porque se conhecem as habilidades e competências dos atores envolvidos, como é o caso do setor de papel e celulose. Já a desarticulação observada na cadeia produtiva de cacau e chocolate teve forte influência na condução das pesquisas genômicas e, portanto, na condução dos trabalhos relativos à doença vassoura de bruxa, o maior problema fitossanitário da cacaucultura na Bahia.

Outro aspecto que merece destaque inclui o papel do Estado no financiamento e na organização da pesquisa em redes, principalmente em trabalhos em genômica, dada a exigência de capacitação constante de recursos humanos e um montante elevado de recursos financeiros. Esse fato é marcante nos dois casos aqui estudados e também verificado em outras situações, fora e dentro do país, envolvendo ou não instituições privadas.

Um dos resultados mais importantes está relacionado à produção científica das duas redes de pesquisa (via artigos publicados em revistas de alto impacto) e à participação dos grupos em reuniões científicas (as quais promovem a interação entre grupos de pesquisa), aspectos que vêm permitindo a difusão do conhecimento e do aprendizado em seqüenciamento genômico e mesmo a consolidação de novos grupos de pesquisa em genômica e bioinformática, capacitados a conduzir outros trabalhos de pesquisa, bem como formar recursos humanos de alto nível nessas áreas.

O que se indaga e se propõe é que esta capacitação e este aprendizado não sejam perdidos. O país alcançou um lugar de destaque no cenário internacional no que respeita os trabalhos em genômica – vide os resultados das duas redes de pesquisa em questão –, mas os avanços

científicos e tecnológicos nessa área vêm impondo desafios ainda maiores. Mais importante que contar os louros dessa vitória é permitir que uma nova geração de pesquisadores e cientistas seja capacitada nas inúmeras frentes que vêm se abrindo desde que os trabalhos em seqüenciamento genético se tornaram rotina. As análises e discussões aqui apresentadas dão pistas em relação aos vários aspectos a serem considerados nas futuras redes de pesquisa e inovação que porventura – e que se espera – venham a ser constituídas nesse campo do conhecimento.

CAPÍTULO 1. DINÂMICA TECNOLÓGICA E CONCORRENCIAL DA INOVAÇÃO

A inovação tecnológica exerce um papel fundamental na dinâmica concorrencial de praticamente todos os setores industriais e está estreitamente relacionada às suas particularidades e especificidades de desenvolvimento e evolução. Alguns destes setores têm uma forte relação com as universidades e institutos de pesquisa, enquanto que em outros esta cooperação é menos importante; alguns priorizam o desenvolvimento de novos produtos e a proteção por patentes e marcas; para outros a aquisição de máquinas e equipamentos modernos é mais importante; para uns a qualidade é o item mais significativo, enquanto que outros priorizam a produção em larga escala.

A análise da dinâmica técnico-concorrencial dos setores de cacau e chocolate e de papel e celulose – setores relacionados às redes da Vassoura de Bruxa e do *Genolyptus* - está baseada na abordagem evolucionista ou neo-schumpeteriana que, por conta de seus pressupostos dinâmicos, apresenta grande efetividade para a compreensão da estrutura e da heterogeneidade dos padrões concorrenciais existentes entre distintos setores e firmas (Dosi, 1988). Os conceitos de cadeia produtiva e inovativa e os custos de transação complementam a discussão e são importantes para a análise, dado que permitem visualizar as inter-relações existentes entre os diferentes segmentos que compõem os setores de cacau e chocolate e de papel e celulose, tornando-se uma ferramenta efetiva para entender suas estratégias concorrenciais.

A partir daí, e buscando uma base nesses fundamentos conceituais - processo inovativo e importância da inovação e organização das cadeias produtivas e inovativas -, acredita-se ser possível identificar as principais características da dinâmica técnico-concorrencial dos setores em questão, as quais justificam o papel dos atores com relação à produção e o desenvolvimento da pesquisa e da inovação, assim como a formação de arranjos cooperativos que deram origem à organização das duas redes genômicas em estudo.

1.1. Os instrumentos teórico-conceituais da abordagem evolucionista

A importância da inovação tecnológica foi enfatizada por Schumpeter (1942), que a definiu como a força central do dinamismo do sistema capitalista, enfatizando o estudo dos efeitos dinâmicos da concorrência entre empresas. Para Schumpeter, a base da dinâmica transformadora está na concorrência entre as empresas e, particularmente, na forma de

concorrência baseada em inovações sejam elas de novos produtos, processos, novas fontes de matérias-primas, novos mercados, novas formas de organização etc., que levam à permanente tendência a modificar a base produtiva, os produtos e a própria estrutura de mercado, processando-se assim uma permanente mutação das empresas e setores industriais. A inovação tecnológica pode ser entendida como decorrência de um processo socialmente construído pelos atores envolvidos ou interessados na geração da inovação, ou seja, resultante de um contexto institucional em que se destacam as forças de mercado e os resultados do desenvolvimento científico e tecnológico (Hasegawa, 2001).

As atividades inovativas abrangem todas as etapas científicas, tecnológicas, organizacionais, financeiras e comerciais que, efetiva ou potencialmente, levem à introdução de produtos ou processos tecnologicamente novos ou substancialmente melhorados (Manual de Oslo, 1995).

Baseados na concorrência no sentido Schumpeteriano, diversos autores desenvolveram uma abordagem alternativa para a compreensão da inovação e suas relações com a produção do conhecimento científico. É nesta direção que se desenvolvem os trabalhos dos chamados evolucionistas ou neo-schumpeterianos, como Freeman (1974), Nelson & Winter (1982) e Dosi (1988) e que trazem para o centro da análise a preocupação com a dimensão inovativa da dinâmica concorrencial e suas implicações sobre a evolução e transformação das estratégias das empresas e das estruturas de mercado, atribuindo ao papel das inovações tecnológicas uma importância central enquanto propulsoras da concorrência e do desenvolvimento econômico. Para os evolucionistas, o enfoque dinâmico mostra o papel ativo da empresa, no qual a estrutura e as estratégias são endógenas e simultaneamente determinadas, sendo a inovação a principal fonte de geração de assimetrias e uma das principais armas da concorrência.

Nessa abordagem, a evolução tecnológica num determinado setor ocorre dentro dos limites de um “paradigma tecnológico”¹, o qual condiciona as “trajetórias tecnológicas” (Dosi, 1982), ou seja, uma situação de iniciativas de pesquisa e desenvolvimento em determinadas linhas tecnológicas que impulsionam sua difusão preferencial, e que evoluem segundo *trade-offs* permanentemente colocados, que não envolvem apenas a relação econômica de custo-benefício,

¹ Na definição de Dosi (1988), um paradigma tecnológico é um pacote de procedimentos orientados para a investigação de um problema tecnológico, no qual são definidos o contexto, os objetivos a serem alcançados, e os recursos a serem utilizados. Ou seja, um programa de pesquisa baseado em um padrão para a solução de problemas

mas também aspectos sociais, culturais, ambientais etc., que contribuem, portanto, na direção das mudanças. Um paradigma tecnológico atua como um direcionador do progresso tecnológico e apresenta oportunidades tecnológicas para inovações posteriores e procedimentos básicos de como explorá-las. E essas direções do avanço, ou o padrão de solução normal de problemas tecnológicos dadas pelo paradigma, constituem as trajetórias tecnológicas. Mudanças de paradigmas implicam em mudanças importantes na capacidade das firmas em dominar e colocar em prática o processo de inovação, o que normalmente resulta na formação de novas trajetórias tecnológicas, com novas características e dimensões. Dessa forma, diferentes setores industriais são condicionados de forma diferente pelo mesmo ambiente econômico e, como consequência, geram respostas diferenciadas.

Segundo Dosi e Orsenigo (1988), as diferentes trajetórias tecnológicas das firmas e dos setores industriais podem ser explicadas pelas condições de oportunidades, cumulatividade e apropriabilidade. Sendo o progresso técnico o elemento indutor da criação/transformação das estruturas de mercado, na dinâmica da inovação cada tecnologia apresenta oportunidades tecnológicas distintas, assim como graus e intensidades diferentes em suas condições de cumulatividade e apropriação das inovações realizadas e, portanto, as assimetrias entre as firmas são uma característica fundamental e permanente no ambiente industrial.

A decisão das empresas por uma inovação vai depender do investimento necessário, do grau de possibilidade de desenvolvimento da tecnologia, da interação com os avanços científicos ocorridos nas universidades e centros de pesquisa, da possibilidade de obter vantagens (econômicas, financeiras e concorrenciais) e explorar o potencial das trajetórias tecnológicas, além da sua posição relativa no mercado, da estrutura industrial na qual a empresa se insere e o seu próprio grau de dinamismo empreendedor.

Uma inovação bem sucedida permite, geralmente, à firma obter vantagens de custos e/ou uma posição oligopolística que lhe assegure lucros e/ou *market share* mais elevados, originando assimetrias que se refletem em produtividade, custos e lucros (Dosi, 1988). Um exemplo de inovação bem sucedida foi o desenvolvimento da celulose de fibra curta de eucalipto no Brasil, a

técnico-econômicos selecionados, derivados de princípios científicos e tecnológicos específicos e não genericamente abertos e exógenos, segundo a teoria neoclássica.

partir de 1960, que garantiu uma vantagem sem precedentes sobre os concorrentes internacionais².

As condições de cumulatividade estão relacionadas à natureza dos processos de aprendizagem, sendo o resultado obtido em um período bastante dependente do estágio do desenvolvimento alcançado no período anterior. Ou seja, o processo de crescimento das firmas apresenta um forte caráter *path dependence* - o seu comportamento e trajetória de expansão são condicionados pelos investimentos, capacitações e rotinas desenvolvidas no passado (Dosi, 1988)³.

Os esforços para inovar também dependem das condições de apropriabilidade dos lucros gerados por uma inovação e são importantes principalmente no tocante ao estímulo às empresas em investir em novos produtos, processos etc. Nesse aspecto devem também ser consideradas a natureza da tecnologia e a eficácia dos mecanismos de proteção legal dos direitos de propriedade sobre inovação, como as patentes, segredo industrial, direitos autorais e marcas registradas.

A dinâmica da inovação tecnológica está baseada nas rotinas e nos processos de busca e seleção (Nelson e Winter, 1982). Para lidar com a incerteza inerente ao processo de inovação, assim como com o caráter tácito e cumulativo das inovações, as firmas tendem a criar rotinas para a execução da atividade inovativa. As rotinas são uma característica permanente das firmas e compreendem seu comportamento regular e previsível, ligado às atividades de produção, recursos humanos, P&D, marketing, investimentos, estratégias de diversificação, dentre outros, e são um conjunto de práticas simultâneas de introdução de novos procedimentos e melhoramento dos já existentes, que as firmas desenvolvem para continuar no mercado. As rotinas são freqüentemente aplicadas pelas firmas nos processos de busca, ou seja, como investir, em que direção inovar e mudam ao longo do tempo em função de novas oportunidades tecnológicas. Os processos de busca pelas firmas têm a perspectiva de obter vantagens frente a seus concorrentes, visando manter ou ampliar seus espaços de mercado, apesar da incerteza sobre as possibilidades de sucesso. A seleção é o processo pelo qual as inovações são submetidas ao ambiente concorrencial

² Como será discutido no item 1.4. desse capítulo, a produção de celulose de fibra curta aumentou 3,5 vezes entre 1963 e 1973, tornando o Brasil o maior produtor mundial desse produto, posição que ocupa até hoje.

³ Algumas tecnologias têm um caráter mais forte de cumulatividade e, portanto, para conseguir uma inovação a empresa tem de cumprir todos os passos das inovações anteriores, normalmente baseados em *know-how*, conhecimentos e competências. São exemplos as tecnologias das indústrias de semicondutores, petroquímicas ou farmacêuticas. Quando a tecnologia é muito cumulativa, dá margem a estruturas industriais concentradas e a oligopólios (Dosi e Nelson, 1994).

e de mercado, validando ou redirecionando os processos e resultados da busca, sobrevivência e crescimento das empresas. Busca e seleção são processos simultâneos e interativos, definindo e orientando os caminhos do desenvolvimento tecnológico nas firmas.

A adoção de qualquer desses procedimentos é irreversível, portanto a decisão das empresas em gerar inovações é sempre um desafio, dado o caráter incerto quanto à sua seleção e difusão futuras.

Os setores industriais, assim como as firmas dentro de cada setor, têm suas estratégias próprias de concorrência, apresentam performances tecnológicas e econômicas diferentes e produzem bens por meio de processos tecnicamente também diferentes umas das outras. Nos mais diversos setores industriais há um conhecimento prévio que permite às empresas identificar os tipos de projetos que provavelmente serão mais bem sucedidos tecnologicamente e aqueles que não o serão, como também um conhecimento razoável das necessidades do usuário (Kupfer, 1998). Dessa forma, o processo de busca não é aleatório e segue trajetórias mais prováveis, mas que não podem ser completamente definidas *a priori*, pela incerteza intrínseca do processo de inovação.

Apesar do mercado ser o mecanismo central do processo de seleção de uma inovação, ele não é exclusivo. A seleção é *ex post*, realizada pelo mercado, mas também é *ex ante*, via adoção deliberada de estratégias concorrenciais pelas empresas. Assim, nos processos de seleção e busca também interferem fatores relacionados à demanda de mercado (*demand-pull*) e fatores relacionados ao progresso tecnológico (*technology push*), ou seja, os processos de geração e difusão de inovações são influenciados tanto pela demanda, quanto pela lógica interna da trajetória natural da tecnologia (Dosi, 1984)⁴.

Uma vez que a inovação está ligada às rotinas de uma firma e as rotinas incorporam as especificidades dos setores que a compõem, então é possível afirmar que o processo de inovação estará fortemente vinculado às competências nelas presentes (Teece e Pisano, 1998). Essas competências se referem aos procedimentos para solução de problemas, ao uso e aplicação de conhecimento externo, ao domínio de tecnologias e de técnicas de produção e capacidade de resposta às demandas e aos requerimentos dos usuários (Dosi e Malerba, 1996). Nesse sentido, as

⁴ O *demand-pull* aponta as forças do mercado como principais determinantes do progresso técnico e estabelece o reconhecimento das necessidades das unidades produtivas do mercado em função de supri-las por meio de suas atividades tecnológicas. Já o *technology-push* define a tecnologia como um fator que sofre fraca influência do

competências devem ser reconhecidas como ativos que apresentam elevada especificidade, uma vez que se relacionam à competitividade e capacidade da firma em reagir ou modificar a estrutura do mercado (Salles-Filho *et al.*, 2000). As competências são muito importantes para a inovação tecnológica e são constituídas por meio de um processo de aprendizagem que implicará na conformação de novos conhecimentos, caracterizado pela interdisciplinaridade e interação entre um número diverso de atores e organizações⁵. Num ambiente concorrencial acirrado, são as competências que permitem às firmas a assimilação de novos conhecimentos e sua aplicação futura, criando um ambiente favorável à inovação tecnológica.

Segundo Dosi (1988), embora a base das novas oportunidades tecnológicas seja a progressão do conhecimento científico e ainda que organizações formais como universidades e laboratórios de P&D ocupem lugar de destaque como sustentáculos da inovação, é considerável a participação de atividades de aprendizado do tipo *learning-by-doing* e *learning-by-using* no avanço inovativo, na solução de problemas e nos melhoramentos em geral.⁶

Na visão evolucionista do processo de concorrência, o conceito central para se pensar em assimetrias e seus efeitos é o de aprendizado tecnológico, influenciado pelas características tecnológicas e setoriais específicas. É o aprendizado condicionado pelo paradigma tecnológico e pela dinâmica setorial pertinentes. A cumulatividade do progresso técnico ocorre a partir de uma base de conhecimentos e experiências com fortes componentes tácitos, ou seja, as trajetórias

mercado. Assim, assume-se que o progresso técnico e a inovação são basicamente um fator reativo e os fatores do lado da oferta apresentam independência no curto prazo às mudanças de mercado (Dosi, 1984).

⁵ O conceito de aprendizagem está associado a um processo cumulativo pelo qual as firmas ampliam seus estoques de conhecimento, aperfeiçoam seus procedimentos de busca e refinam suas habilidades em desenvolver ou manufaturar produtos, ou seja, é a trajetória ao longo da qual acumulam suas próprias competências tecnológicas, que compreendem os recursos necessários para gerar e gerir aperfeiçoamentos incrementais em processos e organização da produção, produtos, equipamentos e projetos de engenharia até o desenvolvimento de novos produtos, processos produtivos ou novas tecnologias que permitem à empresa explorar melhor os mercados existentes ou novos mercados (Tacla & Figueiredo, 2002).

⁶ Para Dosi (1988), as pessoas, organizações, em especial as empresas, podem aprender como usar/melhorar/produzir coisas através do próprio processo de fazê-las, com base nas suas atividades de resolução de problemas de produção, atendimento a requerimentos específicos de consumidores, superação de diversos tipos de gargalos etc. O *learning-by-doing* é o aprendizado pelo uso ou experiência e está ligado ao processo produtivo da empresa, podendo gerar um fluxo contínuo de modificações e inovações incrementais em produtos e processos (Arrow, 1962). O *learning-by-using* é o aprendizado que vem do uso contínuo do produto ou processo, permitindo melhorar o desempenho da empresa, pela implementação de pequenas alterações na sua rotina, seja de produção, supervisão ou mesmo gerência, gerando aumento na eficiência produtiva e mesmo organizacional (Rosenberg, 1982). Outros processos de aprendizado tecnológico incluem investimentos em P&D (*learning-by-searching*), o principal meio de acumulação “tácita” de conhecimentos que realimenta o processo de busca de inovação e aperfeiçoamento de produtos e processos, e os chamados *learning-by-interacting* e *learning-by-adapting*, que incluem a difusão de informações, a mobilidade de mão-de-obra especializada e o crescimento de serviços especializados intra e inter-firmas (Lundvall, 1992).

cumulativas não são facilmente difundidas a partir de uma simples troca de informações. A empresa possui conhecimentos específicos, que definem suas áreas de competência e sua capacidade de produzir produtos e serviços específicos, assim como sua capacidade de evoluir a partir dessa base tecnológica para obtenção de melhorias subseqüentes e, por extensão, a própria competitividade dinâmica da empresa. Num contexto em que a rápida mudança tecnológica afeta a absorção de inovações é essencial vincular a estratégia de concorrência a mecanismos de aprendizado, consolidando as estratégias de capacitação das firmas.

Dessa forma, um fator-chave para o sucesso e crescimento das firmas, ou seu poder de concorrência, está no tipo de ativos sob seu controle e a forma como estão organizados, sendo os ativos intangíveis (conhecimentos, habilidades ou capacitações tecnológicas, operacionais e organizacionais) os mais importantes e difíceis (ou mesmo impossíveis) de serem reproduzidos, transferidos ou comercializados, por serem o resultado de processos de aprendizado complexos incorporados nas rotinas das firmas e a fonte básica de geração de vantagens competitivas diferenciais (Teece, 1986). No entanto, nem todos os ativos e capacitações incorporados nas firmas são ‘estratégicos’, no sentido de propiciarem vantagens diferenciais no processo de concorrência. Os ativos estratégicos de uma firma envolvem tanto a sua capacitação tecnológica básica quanto os ativos complementares específicos e de difícil reprodutibilidade. Uma questão essencial apontada por Teece (1986) é o reconhecimento de que estes ativos complementares podem se converter, a par das capacitações estritamente tecnológicas, em fontes de vantagens competitivas diferenciais, dependendo de seu grau de generalidade e reprodutibilidade, este último associado ao caráter tácito do aprendizado da firma. Se os ativos específicos ou ativos complementares podem ser utilizados para incrementar o valor da inovação para seus usuários finais, então a posse ou controle destes ativos pode ser a fonte de uma vantagem competitiva para as firmas.

A exploração das oportunidades de mercado e, principalmente, a geração de novas fronteiras de expansão e lucratividade associadas à exploração das oportunidades abertas por novos paradigmas/trajetórias estão condicionadas pela possibilidade de aproveitamento de ativos/capacitações prévios e/ou à capacidade de gerá-los a custos compatíveis com os retornos esperados e em tempo hábil, de forma a garantir uma posição favorável no processo de concorrência. Dada a importância das competências no empreendimento da atividade inovativa

essas devem ser continuamente aprimoradas, dotando a organização de melhores condições para modificar ou reagir às mudanças do mercado.

Assim, podemos dizer que o processo inovativo deriva de um processo de aprendizagem, que por sua vez é caracterizado pela interação dinâmica entre diferentes atores e organizações, cuja somatória das competências resulta em avanços nos paradigmas e trajetórias tecnológicas existentes, ou mesmo na conformação de novos paradigmas e trajetórias.

A trajetória de inovação das firmas depende da aprendizagem local, específica e cumulativa, mas também do desenvolvimento e exploração de suas competências centrais (*core competences*), conceito introduzido por Prahalad & Hamel (1990). Essas competências centrais são tácitas e não transferíveis, são as habilidades específicas da organização, originadas de complexas combinações de ativos, pessoas e processos das organizações, e conferem à firma um caráter único e diferenciado. A evolução da firma depende, assim, da transformação das competências secundárias em centrais, à medida que surgem as oportunidades tecnológicas. Esse conceito é importante para definir uma firma, explicar porque ela difere de outras e como ela evolui. São as competências essenciais que realmente permitem à empresa realizar inovações, sejam elas incrementais ou mesmo radicais, interferindo ativamente nos mercados em que atuam, e criando condições de expansão para conquistar novos mercados. Ao longo do tempo, as competências essenciais podem perder sua capacidade de diferenciação, tornando-se apenas competências de base para a empresa e, por isto, é necessário estar sempre realizando investimentos para manter, renovar e, principalmente, construir novas competências essenciais.

Mais recentemente, Teece, Pisano e Shuen (1997) propuseram um novo conceito, as chamadas competências dinâmicas (*dynamic capabilities*), associadas ao processo de inovação, e que podem ser definidas como a habilidade de alcançar novas formas de vantagem competitiva: “competência” como o papel chave da gestão estratégica em se adaptar de forma apropriada, integrando e reconfigurando as habilidades organizacionais internas com os recursos e competências funcionais, para atender às demandas do ambiente em mudança e “dinâmica” pela habilidade de renovar competências para fazer frente às mudanças do ambiente de negócios (incluindo o desempenho da empresa ao criar e desenvolver novos produtos, processos e rotinas). Tais “capacitações dinâmicas” são, nesse sentido, definidas como críticas para sobrevivência da empresa no longo prazo, sendo, segundo os autores, seus “motores de inovação” (Teece, Pisano e Shuen, 1997).

Assim é que as condições de apropriabilidade, caráter tácito, incerteza, variedade da base de conhecimento, procedimentos de busca e oportunidades, *path dependence*, irreversibilidade e presença de ativos intangíveis têm sido reconhecidos como aspectos gerais do progresso tecnológico, uma vez que mudam significativamente as trajetórias de desenvolvimento de uma tecnologia. Esses fatores, juntamente com as condições que governam a competição de mercado (número e tamanho das firmas, graus de concentração industrial, barreiras à entrada, preço etc.) governam a evolução tanto das estruturas quanto da *performance* das empresas e dos setores industriais específicos.

Para apoiar a análise dos setores de cacau e chocolate e de papel e celulose será usada a tipologia de Pavitt (1984), a qual apresenta as diferenças e semelhanças entre os diferentes setores industriais com relação às oportunidades tecnológicas, capacidade de apropriação dos resultados da inovação, a dependência do desenvolvimento tecnológico atual em relação ao pré-existente, dentre outros. Agrupando características comuns de tecnologias e setores, Pavitt identificou os seguintes grupos industriais:

1. *Setores industriais dominados pelos fornecedores*, nos quais as principais inovações são geradas pela absorção de tecnologias produzidas fora desses mesmos setores, sobretudo na indústria de máquinas e equipamentos e insumos. Os investimentos em P&D são limitados e dominam as inovações de processo, visando à redução de custos. A apropriabilidade é baixa e baseada em habilidades profissionais, acesso a recursos naturais, marcas, publicidade e propaganda etc. Incluem-se nessa categoria a agricultura, o setor têxtil, calçados, dentre outras.
2. *Setores industriais de escala intensiva*, nos quais as firmas dominam um conjunto de conhecimentos relativamente amplo e, apesar de investirem em P&D, as inovações produzidas internamente são em processos tecnológicos com o objetivo de reduzir os custos de produção e de produtos, principalmente nos segmentos em que a diferenciação e a produção de produtos especiais são importantes na concorrência. As atividades produtivas são mais complexas, o setor mais concentrado, com economias de escala de vários tipos (em produção, design, P&D e derivadas do aprendizado tecnológico), a apropriabilidade é maior e alguns setores apresentam freqüente integração vertical. Os setores automobilístico, agroalimentar, siderúrgico e de papel e celulose, entre outros, enquadram-se nessa categoria.
3. *Setores industriais constituídos por fornecedores especializados*, compreendendo as indústrias produtoras de máquinas, equipamentos, instrumentação e software, especializadas no

fornecimento de insumos para as grandes indústrias. Não exigem escalas elevadas, participam empresas de médio e pequeno porte, porém muito capacitadas tecnologicamente nos seus segmentos de mercado. As inovações são geradas internamente, em cooperação com seus clientes e são normalmente inovações de produto, dado que a maior parte é utilizada por setores diferentes daqueles nos quais elas foram elaboradas. A apropriabilidade das inovações é relativamente alta, resultado de capacitações específicas e cumulativas.

4. *Setores industriais baseados em ciência*, que desenvolvem tecnologia de ponta e utilizam os conhecimentos científicos que se encontram na fronteira das ciências básicas, detendo assim maiores oportunidades tecnológicas. Normalmente são grandes indústrias presentes nos mercados globais, que investem muitos recursos em P&D e as inovações são de processos e produtos, muitos desses entrando em um amplo número de setores como capital ou insumos intermediários. A apropriabilidade é variável, incluindo patentes, segredos, *know-how*, etc. Incluem-se nessa categoria as indústrias farmacêuticas, químicas, microeletrônicas e empresas de base tecnológica.

5. *Setores de serviços baseados na informação*, os quais exercem papel importante no desempenho de outros setores da economia. Exigem mão-de-obra qualificada, fornecendo mais intensamente serviços às empresas e também ao consumidor pessoal, representadas pelos setores de atividades financeiras (bancos), agências de turismo, dentre os mais importantes.

Segundo Pavitt, essa diversidade é explicada pela importância ou peso da inovação para o desenvolvimento das atividades nos diferentes setores, pelas diferenças entre os setores industriais a partir de suas fontes de tecnologias ou conhecimento tecnológico, a natureza das necessidades dos usuários e das possibilidades em se apropriar dos benefícios da inovação. Esses elementos é que vão determinar a taxa, o grau e a direção da mudança tecnológica de cada setor industrial na economia, ou seja, vão permitir compreender as fontes e a direção da mudança tecnológica, o comportamento da diversificação das firmas, a relação dinâmica entre tecnologia e estrutura industrial e a formação das capacidades e das vantagens tecnológicas em relação às firmas, regiões e países.

O estudo relativo à dinâmica técnico-concorrencial e de inovação é bastante pertinente para a análise dos setores de cacau e chocolate e de papel e celulose, uma vez que nos permite verificar como esses setores se articulam na busca por assimetrias que lhes assegurem uma maior competitividade.

Assim, em complemento aos conceitos abordados acima, o item seguinte discute os conceitos de cadeia produtiva e inovativa e também dos custos de transação, uma vez que a integração de todos esses conceitos possibilita agregar elementos importantes para uma análise mais apurada dos setores de cacau e chocolate e de papel e celulose no que se refere à sua dinâmica inovativa, identificação dos diferentes atores, instituições, vinculações e padrões de organização, tal como os arranjos em redes, particularmente as genômicas, objeto dessa dissertação.

1.2. Contribuições dos conceitos de cadeias produtivas e inovativas e de custos de transação na análise de arranjos institucionais de pesquisa

Setores industriais distintos apresentam padrão histórico específico de articulação entre os diversos segmentos que os compõem e geram diferenças na dinâmica técnico-concorrencial, assim como nos processos de formação de estratégias tecnológicas e de inovação e nos mecanismos de aprendizagem dos atores/instituições públicas e/ou privadas. Alguns setores vêm buscando uma maior flexibilidade na interação com os produtores e outros segmentos da cadeia produtiva, além de adotar novas formas de organização das atividades de produção e de suas estruturas administrativas, assim como novos arranjos de cooperação com a comunidade científica visando sempre ao aumento da capacidade de resposta aos novos contornos – internacionais e nacionais –, no centro dos quais se situam as grandes mudanças econômicas e tecnológicas. Nesse ponto, a questão da inovação tecnológica ganha importância crescente para a manutenção ou ganhos de competitividade, sendo que as estratégias concorrenciais estão atreladas à forma de organização das cadeias produtivas dos setores industriais e à articulação e interação entre os seus diferentes atores e segmentos.

Uma cadeia produtiva pode ser definida *como uma seqüência de operações interdependentes que têm por objetivo produzir, modificar e distribuir um produto* (Zylberstajn, 1995) ou, em outras palavras, uma seqüência de atividades transformadoras de uma matéria-prima em um produto pronto e acabado para o consumidor final. É um conceito aplicável e interessante para o estudo dos setores de cacau e chocolate e de papel e celulose à medida que permite identificar os atores (produtores, indústrias, distribuidores, consumidores etc.), estágios e vinculações que compreendem os fluxos de produção, ressaltando sua dinâmica produtiva. As cadeias produtivas diferem na forma como se organizam para responder a estímulos externos,

sendo que algumas são mais eficientes em termos de adaptação a novas exigências dos consumidores e mudanças no ambiente. O funcionamento e a coordenação de uma determinada cadeia produtiva dependem do fluxo de informações do mercado para os setores produtivos e quanto mais eficientes forem as respostas do setor de produção e de comercialização a esta demanda, maior será a competitividade da cadeia em questão (Zylbersztajn, 1995).

Assim, para que uma empresa mantenha ou amplie sua participação nos mercados, nacionais ou internacionais, é importante considerar o meio no qual ela se insere e, dessa forma, dominar outros ativos da cadeia como os canais de distribuição, marketing, prestação de serviços pós-venda, etc., que podem vir a ser um diferencial estratégico frente à concorrência.

A organização e coordenação dos diversos elos das cadeias produtivas vêm promovendo a formação de novos modelos de integração com outros atores pouco destacados nas representações dessas cadeias, que são aqueles relacionados à busca por inovações, ou seja, o desenvolvimento e aprimoramento de produtos e processos. São as universidades, institutos de pesquisa públicos e/ou privados, associações de classes, agências de financiamento e órgãos de assistência técnica, e que constituem as cadeias inovativas, ressaltando a dinâmica técnico-científica de um dado setor industrial (Valle, 2002). Assim, o conceito de cadeia inovativa é interessante quando se estudam as redes de pesquisa genômica, dado que a interação produção – pesquisa científica tem nesses arranjos uma importância fundamental.

Para Valle (2002), o mais importante nesse conceito são as articulações e interações entre os diversos atores, pela troca de informações, conhecimentos e experiências que vão ser utilizados para o melhoramento e avanço da base técnica da cadeia produtiva, incentivando o processo de inovação e seguindo a perspectiva evolucionista com seus princípios de multidisciplinaridade, interação e aprendizagem. Como ressalta o autor, o conceito de cadeia inovativa é complementar ao de cadeia produtiva e não substituto, e se refere a um determinado setor industrial.

O uso dos conceitos de cadeia produtiva e de cadeia inovativa pode contribuir para o estudo da dinâmica técnico-concorrencial dos setores de cacau e chocolate e de papel e celulose, agregando informações sobre a forma como o conhecimento e a inovação estão sendo constituídos. Quanto maior o grau de articulação entre a cadeia produtiva e a cadeia inovativa, ou seja, quanto maior a capacidade dos diferentes atores em desenvolver e aplicar novos conhecimentos, maior a possibilidade que problemas de natureza técnica sejam resolvidos mais

rapidamente e de forma satisfatória. Além disso, a cadeia inovativa pode propor soluções de como aproveitar oportunidades tecnológicas constatadas pelo setor em questão ou ajudar a combater ou controlar gargalos tecnológicos relacionados à produção (Valle, 2002).

De uma maneira geral, as grandes empresas buscam concentrar seus investimentos nas etapas e atividades que permitam a melhor utilização de suas competências técnicas e que assegurem o controle do processo produtivo, assim como uma estrutura organizacional eficiente. Custo e qualidade são importantes, mas a reavaliação da estrutura interna das atividades, conduzindo à ampliação, intensificação e ou transformação da natureza das relações entre os diversos segmentos das cadeias produtivas e inovativas, vem aumentando a importância da coordenação nas interações entre elas. Assim é que atualmente, as necessidades de superar barreiras, o acesso às novas tecnologias (como a genômica e a biotecnologia, por exemplo) e a entrada em novos mercados, impelem as empresas a desenvolver novos perfis organizacionais que busquem novas configurações nas suas relações produtivas e inovativas.

De acordo com Jank *et al.* (1999), a capacidade de coordenação ou governança das cadeias produtivas nas quais as empresas desenvolvem essas estratégias é fundamental, pois é essa coordenação que permite às empresas receber, processar, difundir e utilizar as informações do mercado de modo a definir e viabilizar estratégias competitivas, reagir a mudanças no meio ambiente ou aproveitar oportunidades de lucro e tecnológicas. Ou seja, a arte de utilizar corretamente os recursos físicos, financeiros e humanos, visando minimizar os problemas e os custos e aproveitar melhor as oportunidades do ambiente no qual a empresa se insere, torna-se essencial para desenvolver e ajustar suas vantagens competitivas.

Essa busca por uma maior eficiência produtiva, refletida nos padrões de conduta dos agentes e na forma pela qual as atividades econômicas são organizadas e coordenadas, encontra fundamento na economia dos custos de transação, que são os custos que os agentes econômicos enfrentam todas as vezes que recorrem ao mercado para negociar, redigir e garantir o cumprimento de um contrato, de modo satisfatório para as partes envolvidas e a compatibilidade com a sua funcionalidade econômica (Williamson, 1987). A proposição fundamental dessa abordagem é que características diferenciadas das transações levam a arranjos organizacionais também diferenciados, com a finalidade de economizar os custos de transação.

A economia dos custos de transação rompe com a hipótese de simetria de informações e chama a atenção para outros custos além dos estritamente relacionados com a produção, baseados

nos seguintes elementos: racionalidade limitada e oportunismo – pressupostos básicos que sustentam a teoria dos custos de transação⁷, e incerteza, frequência e especificidade de ativos – atributos que definem a transação⁸.

Desses fatores resulta que as formas eficientes de governança contratual devem considerar os riscos prováveis e dependem, principalmente, do tipo de especificidade dos ativos, que vão definir pelo maior ou menor controle das transações (Zylberztajn, 2004). Para o autor, nos casos em que a especificidade dos ativos é baixa não é necessário um controle forte sobre a transação e esses custos serão negligenciáveis, sendo a forma organizacional mais eficiente o mercado. Nesse caso, mesmo que os contratos sejam rompidos, os agentes não sofrerão perdas, podendo reatar as relações contratuais com outros agentes do mercado. Já para ativos com elevada especificidade, o mercado não é mais uma solução eficiente, sendo necessário maior controle, uma vez que estão associados a perdas elevadas no caso de ruptura dos contratos, exigindo a cuidadosa estruturação de salvaguardas contratuais. Tais tipos de transação são mais eficientemente conduzidos internamente à firma, na qual o monitoramento é intenso, ocorrendo então a coordenação hierárquica ou verticalização ao longo da cadeia produtiva, freqüentes nos setores de petróleo e de papel e celulose, por exemplo, cuja indústria apresenta uma grande especificidade dos ativos, produtos homogêneos e economias de escala importantes. Ou ainda, os custos de transação podem ser menores se negociados externamente nos mercados, mediante contratos entre as partes, formando arranjos híbridos, como os de franquia, licenciamento de produtos, “joint-ventures”, alianças estratégicas, arranjos cooperativos como as redes de pesquisa e inovação, entre outros (Zylberztajn, 1995). A pesquisa pré-competitiva, como é o caso do projeto *Genolyptus*, insere-se nessa forma de governança, uma vez que uma empresa individualmente não teria condições financeiras de arcar com os custos envolvidos para execução interna das atividades de pesquisa genômica.

⁷ A limitação da racionalidade implica que os agentes econômicos são incapazes de coletar e processar todas as informações necessárias para a elaboração de contratos, assim como também prever e estabelecer antecipadamente medidas corretivas futuras, o que torna os contratos incompletos. Por oportunismo entende-se a busca do interesse próprio com malícia, decorrente da presença de assimetrias de informação (Williamson, 1987).

⁸ A incerteza decorre do fato de que somente durante a execução de um contrato, as partes envolvidas terão conhecimento de problemas que surgem da transação. A freqüência das transações atribui um valor ao comportamento não oportunista dos agentes, e leva à possibilidade de uma modificação nas cláusulas de salvaguardas contratuais, rebaixando os custos de preparação e monitoramento dos contratos, o que significa diminuir os custos de transação. Em relação aos atributos das transações, compreende-se que um ativo apresenta especificidade quando seu uso alternativo não pode ser efetuado sem que haja uma perda considerável de seu valor (Williamson, 1987). Desse modo, quanto maior for a especificidade de um ativo, maior a perda associada a uma ação oportunista por parte de outro agente, e maiores os custos de transação.

No caso das redes genômicas em estudo, a questão da governança torna-se de fundamental importância. Em sua maioria, os projetos genoma apresentam uma grande fragilidade contratual, nem sempre considerando todos os elementos envolvidos no processo de pesquisa (direitos e responsabilidades dos atores da rede, sigilo e apropriabilidade dos resultados, dentre outros) que assegurem o estabelecimento da confiança mútua e uma plena troca de informações e compartilhamento dos conhecimentos gerados. A participação das empresas privadas, no entanto, como é o caso da rede *Genolyptus*, obriga à criação de mecanismos contratuais de governança com normas e regras bem definidas, sobretudo com relação a pesquisas com características competitivas, de modo a minimizar comportamentos oportunistas dos atores envolvidos.

Não existem regras fixas que determinem as formas internas e as relações entre as organizações e a teoria vem procurando identificá-las, sendo necessário que se conheça com detalhes as características das transações existentes para organizá-las de modo a economizar nos custos de transação, condição fundamental para que se desenhem contratos eficientes.

Assim, é interessante analisar a evolução das empresas e dos setores industriais pelos custos de transação, por envolver relações formais e informais entre os diversos atores das cadeias produtivas e inovativas, e por apontar elementos que nos permitem compreender os arranjos institucionais voltados à pesquisa e à geração de inovações tecnológicas, como é o caso das redes genômicas da Vassoura de Bruxa e do *Genolyptus*.

Segundo Valle e Salles-Filho (2001), o empreendimento de arranjos dessa natureza, orientados pela estrutura de concorrência, pela dinâmica tecnológica de seus mercados e pela lógica de valorização dos capitais investidos decorre de uma série de eventos que envolvem custos de transação; maior dinamismo na geração e difusão de inovações; redução da incerteza sempre presente nos processos de inovação; complementariedade de ativos, em especial os intangíveis; economias de escala e escopo em P&D, assim como a ampliação das competências essenciais das organizações envolvidas.

A caracterização dinâmica e tecnológica de diferentes setores industriais se complementa com os conceitos de cadeia produtiva e inovativa, pois a forma como os diferentes segmentos interagem e se organizam pode ter implicações bastante significativas na estruturação dos arranjos institucionais voltados à pesquisa científica, tecnológica e de inovação.

Assim, a análise do desenvolvimento dos setores industriais de cacau e chocolate e de papel e celulose com base nos conceitos apresentados, parece ser um exercício bastante revelador

para a compreensão das estratégias de organização e estruturação das redes genômicas da Vassoura de Bruxa e do *Genolyptus*.

1.3. O setor de cacau e chocolate no Brasil

Esse item discute como vem ocorrendo o desenvolvimento da cultura de cacau no Brasil, assim como as características do contexto científico e tecnológico e da dinâmica técnico-concorrencial e institucional do setor de cacau e chocolate no país.

A análise está baseada nas cadeias produtiva e inovativa de cacau e chocolate no Brasil, além de uma apresentação do perfil do setor, incluindo a lavoura cacauzeira e as indústrias processadoras e chocolateiras. O grau de articulação entre os diferentes segmentos da cadeia servirá de base para a análise da conformação da rede genômica da Vassoura de Bruxa.

1.3.1. A cadeia produtiva de cacau e chocolate no Brasil

Em função da desarticulação dos seus segmentos, a cadeia produtiva do cacau identifica e separa, de um lado, a lavoura cacauzeira, e de outro, as indústrias processadora e chocolateira. Nagai (1997) descreve, simplificada, a cadeia produtiva do cacau em quatro etapas: 1) as fazendas de cacau, que englobam desde o plantio até a preparação das amêndoas; 2) a indústria de processamento ou moagem do cacau, que parte da amêndoa para produzir os derivados de cacau (líquor, manteiga de cacau, cacau em pó e torta de cacau); 3) a indústria de chocolate cobertura, que através de processos de produção utiliza os derivados de cacau para a fabricação do chocolate cobertura; e 4) a indústria de produtos de chocolate ou chocolateira, que trabalha o chocolate cobertura para a obtenção de produtos finais (bombons, barras, tabletes, confeitos, etc.).

A Figura 1.1 apresenta o esquema da cadeia produtiva do cacau e chocolate, com as etapas descritas acima. Inclui, também, os segmentos referentes às indústrias de insumos; máquinas e equipamentos; informática, eletrônica e automação; e de fornecedores de produtos alimentícios, químicos e farmacêuticos, como atores importantes que interagem com a cadeia produtiva, mas que não serão alvo de discussão e análise por não serem relevantes no processo que constitui o objeto dessa dissertação – o estudo de redes genômicas.

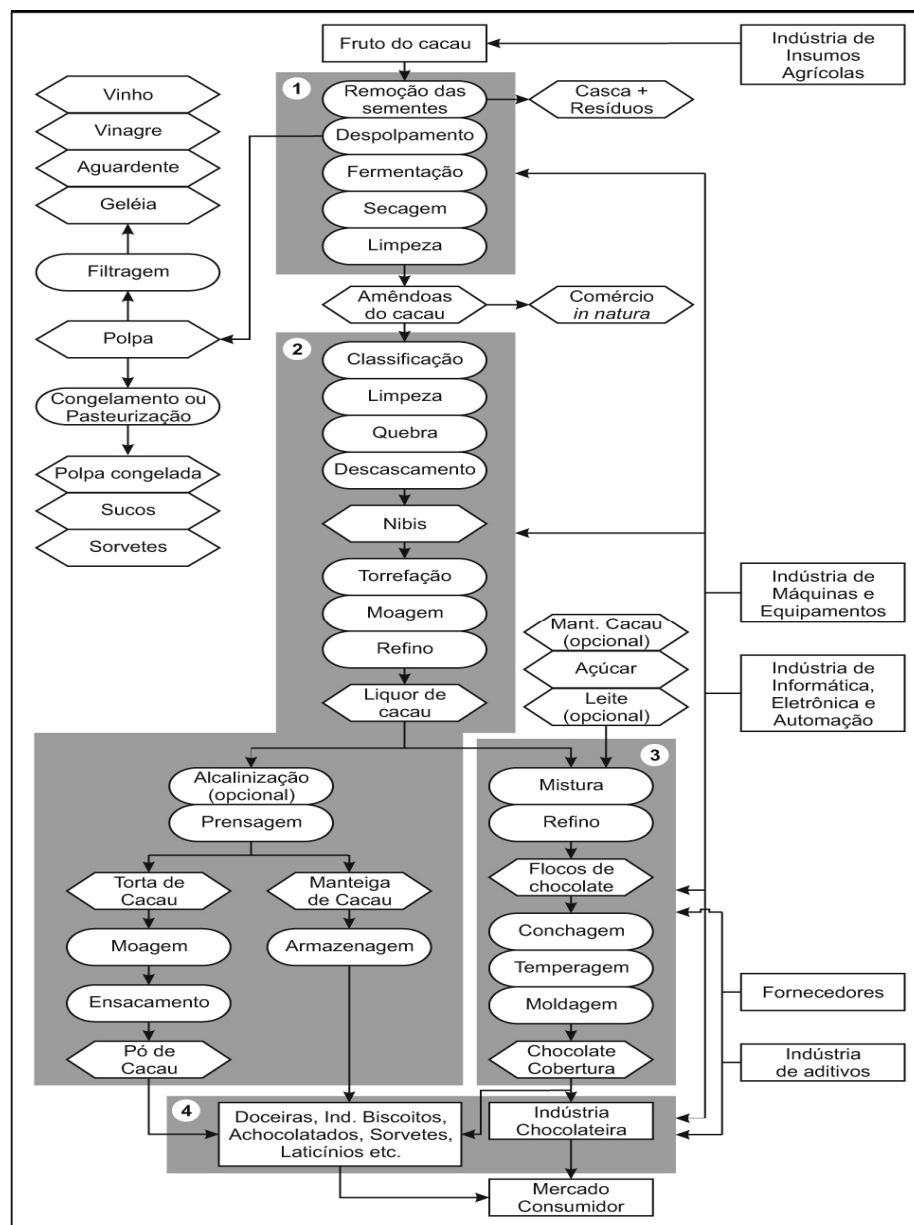


Figura 1.1. Cadeia produtiva do cacau e chocolate

Fonte: Adaptado de Nagai (1997)

i) O desenvolvimento da lavoura cacaeira

O cacaueiro (*Theobroma cacao* L.), originário das cabeceiras do Rio Amazonas, na Região Equatorial, é uma planta perene e seu ciclo produtivo ideal está em torno de 35 anos, com início da produção econômica a partir dos 5-7 anos após o plantio (Parente et al., 2003).

Introduzido no sul da Bahia em 1746, no município de Canavieiras, essa cultura se desenvolveu mais acentuadamente no início do século XX, tornando-se a principal atividade

agrícola desse estado e caracterizando-se como um sistema agrário-exportador, uma monocultura voltada para a exportação (Dias, 2000).

A produção de cacau em amêndoas está concentrada na região sul da Bahia (84% da oferta brasileira), os 16% restantes divididos entre os estados de Rondônia, Pará e em menor escala Amazonas, Espírito Santo e Maranhão. A cacaucultura é a principal fonte de renda da região sul da Bahia, sendo cultivada sob sobra de remanescentes da Mata Atlântica, em um raro caso em que a economia e a ecologia andam juntas.

Para a organização da economia cacaueira baiana foram criadas instituições privadas e estatais e estabelecidas normas ligadas à produção e comercialização do cacau, definindo estratégias e ações na economia e na sociedade do Estado, que sustentaram e alimentaram transformações da economia cacaueira (Dias, 2000). Estas transformações se referem à passagem do sistema agrário originalmente monocultor-exportador, para a consolidação de um complexo agroindustrial, incluindo desde a lavoura (produção de amêndoas) até a indústria do chocolate, na ponta do consumo final, evidenciando um movimento de redirecionamento para o mercado interno da dinâmica da cadeia produtiva do cacau e do chocolate, a partir dos anos 1990, a exemplo do que ocorreu e vem ocorrendo com os principais segmentos da indústria de alimentos no Brasil (Couto, 2000).

Mas a trajetória de evolução da cadeia produtiva do cacau foi caracterizada pela ocorrência de crises cíclicas, de natureza conjuntural e/ou estrutural (Couto, 2000)⁹.

Até a década de 1930, a lavoura cacaueira apresentou um crescimento bastante significativo e corresponde à etapa em que a cacaucultura se converte na base econômica da região, consolidando-se como atividade líder das exportações baianas e situando o Brasil, pela primeira vez, entre os dez maiores produtores mundiais.

A primeira crise do cacau ocorreu em 1930, quando uma série de problemas internos e uma crítica situação econômica internacional (queda brusca de preços das *commodities* internacionais, entre elas, o cacau e seus derivados, em decorrência da depressão que atingia a economia mundial como um todo), deram início a um período de dificuldades crescentes para o

⁹ Para Couto (2000), as crises conjunturais do cacau se apresentam em ciclos curtos (de seis a dez anos), com variações alternadas de expansão e contração da atividade predominante, cujas causas podem ser a superprodução e subconsumo, cuja visibilidade se manifesta no comportamento dos preços desta *commodity* no mercado internacional, ou relacionada com atuações institucionais na área do câmbio e do crédito. Esses ciclos aconteceram em 1957, 1961, 1971, 1987 e 1989. As crises de ciclo longo da cacaucultura, ditas estruturais, têm sido ainda mais regulares que as de ciclo curto, manifestando-se a cada três décadas, respectivamente em 1930, 1957 e 1987.

produtor e conseqüentemente para a região. Para superar os baixos resultados da lavoura, o Governo estadual criou em 1931 o Instituto de Cacau da Bahia (ICB), na tentativa de organizar a política econômica do cacau e com a função de divulgar preços e fazer operações de compra, evitando as especulações que caracterizavam o comércio do produto. Esse instituto investiu em inovações, sobretudo no transporte (construção e recuperação de rodovias), processamento, embalagem, armazenamento e embarque de amêndoas, e criou uma estação experimental agrônômica em Uruçuca - BA, o que, de alguma forma, lançou bases para a futura modernização dos sistemas produtivos por meio de pesquisas e experimentos em controle de pragas, doenças e práticas de cultivo (Dias, 2000).

Entretanto, este conjunto de medidas foi insuficiente para promover a dinamização da lavoura e, apesar da intervenção de organismos federais e estaduais na tentativa de minimizar os problemas agrônômicos e financeiros, estes foram se agravando e a cacauicultura passou a viver a pior crise de sua história em 1957. A atividade caiu a níveis anti-econômicos, com a forte queda nos preços do produto no mercado internacional, tecnologia insuficiente para sustentar o seu desenvolvimento, sem investimento na modernização da produção acarretando baixa produtividade e também a escassez de crédito para os produtores.

Como reflexo da crise, o Governo criou em 20 de fevereiro de 1957, a Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (Ceplac)¹⁰, vinculada ao Ministério da Agricultura, com o objetivo de restabelecer o equilíbrio financeiro da economia cacaueira e recuperar a lavoura com a modernização dos métodos de produção e renovação dos cacauais (Couto, 2000). Durante 15 anos, a Ceplac prestou uma assistência financeira efetiva aos produtores de cacau e o crédito possibilitou aos cacauicultores empregar tecnologia recomendada por essa instituição, modernizar e ampliar suas lavouras e dotar as fazendas de infra-estrutura apropriada para produzir mais, com menor custo de produção, observando-se a integração produtiva da lavoura e melhorias no processo produtivo das amêndoas. Construiu-se, assim, toda uma estrutura tecnológica e de serviços que fortaleceu a imagem do cacauicultor, sendo que nesse período as ações da Ceplac em pesquisa e assistência agrônômica ao produtor, aumentaram significativamente a produção e a produtividade da lavoura cacaueira. (Dias, 2000).

¹⁰ A Ceplac está presente em 6 estados brasileiros: Bahia, Espírito Santo, Pará, Amazonas, Rondônia e Mato Grosso, com uma atuação integrada desenvolvendo atividades de pesquisa, extensão rural e ensino agrícola (www.ceplac.gov.br, acesso em 27/06/06).

O auge da cacauicultura ocorreu na década de 1970, quando uma alta de preços coincidiu com safras recordes e posicionou o Brasil como maior produtor mundial de cacau no ano de 1979, trazendo lucros elevados ao produtor e promovendo um surto de prosperidade na região¹¹. Mas o produtor não tentou racionalizar a sua lavoura adotando medidas tecnológicas para atingir uma modernização da cultura de forma a elevar a produtividade sistematicamente, diminuindo os custos operacionais, e avançar para um desenvolvimento auto-sustentado e capaz de enfrentar crises internacionais (Dias, 2000)¹².

A terceira crise, ainda em curso, teve início em 1987, uma década após a fase áurea do cacau baiano e foi originada por uma conjuntura externa desfavorável aliada a uma conjuntura interna ainda pior. A primeira caracterizada pela redução dos preços internacionais, devido a um aumento da produção mundial e dos estoques nos países produtores, principalmente pela consolidação de uma nova base de produção na Indonésia e na Malásia; e a segunda, pela gestão ineficiente e pelo fato da cacauicultura baiana ter sido duramente atingida, em 1989, pela doença conhecida como vassoura de bruxa, causada pelo fungo *Crinipellis pernicioso*, que ataca os tecidos de crescimento do cacaueiro, principalmente os ramos e frutos (Dias, 2000). Essa enfermidade constitui-se no maior problema fitopatológico da região cacaueira da Bahia e encontra-se espalhada nos cerca de 600.000 hectares do cultivo do sul da Bahia, ocasionando queda na produção de aproximadamente 60% das amêndoas.

Além do impacto econômico causado pela doença, destaca-se ainda a crise social, pois a cultura do cacau gera um número importante de empregos diretos e indiretos e a introdução da vassoura de bruxa acabou afetando cerca de três milhões de pessoas no sul da Bahia. Outros aspectos estão relacionados aos possíveis efeitos ambientais decorrentes da substituição de áreas de produção de cacau por outros cultivos menos favoráveis à preservação da flora e fauna regional apresentando impactos significativos na região¹³. Em vista disso, o que se observou

¹¹Em 1979, o cacau foi responsável, em valores atualizados, por quase US\$2 bilhões de receita cambial, representando cerca de 35% das exportações nordestinas e quase 80% das baianas (Couto, 2000).

¹² Segundo Alcoforado (2003), isso ocorreu principalmente devido ao tradicionalismo do produtor, para quem as medidas até então adotadas para a cultura eram suficientes para garantir a produção e a produtividade, e à sua resistência ao cooperativismo, que seria uma forma de obter sensíveis melhorias na cultura e nas condições de negociação da produção.

¹³ Isso pode ser evidenciado porque, com a queda de produção provocada pela doença, muitos produtores abandonaram suas plantações de cacau, outros optaram pela extração e venda da madeira nativa e outros ainda substituíram o cacau pela pecuária ou culturas arbustivas, como o café, que não tem caráter conservacionista como o cacau, o que contribui para o desequilíbrio do ecossistema local pela degradação da flora, fauna, água, solo e outros processos biológicos (Dias, 2000).

desde a segunda metade da década de 1980 foi um intenso processo de desorganização produtiva do setor.

Na tentativa de superar a crise, o Governo Federal desenvolveu em 1998, o Programa de Recuperação da Lavoura Cacaueira Baiana, cuja missão, em conjunto com a Ceplac, estava voltada ao desenvolvimento de tecnologias e processos para controlar parcialmente a doença vassoura de bruxa, com trabalhos de melhoramento genético convencional para obter plantas ainda mais resistentes e com atributos agronômicos desejáveis (Dias, 2000). Segundo a autora, no entanto, após dois anos de sua implementação, constatou-se que esses procedimentos não foram eficientes no combate à proliferação da doença vassoura de bruxa (na realidade, o pacote tecnológico da Ceplac alastrou a doença no sul da Bahia), além de apresentar custos de operação incompatíveis com os níveis decrescentes de lucratividade dos cacaucultores e irregularidades na liberação das propostas de financiamento. Como resultado, o Programa experimentou um novo direcionamento, adotando alternativas de renovação genética da lavoura (via enxertia e clonagem de mudas resistentes), para substituição dos cacauais doentes. Hoje existe uma biofábrica produzindo essas plantas, apoiando dessa forma a terceira e quarta etapas de financiamento desse programa na Bahia¹⁴.

Em 1993 foi formada uma lista virtual do cacau – Lista do Cacau -, na qual produtores, representantes de associações de classe e dos Governos federal e estadual, pesquisadores de universidades e institutos de pesquisa ligados ou relacionados ao setor de cacau e chocolate vêm interagindo e colocando em discussão os problemas da lavoura, do mercado de amêndoas e da industrialização do cacau. Ações dessa natureza podem vir a ser um diferencial bastante positivo para o conhecimento da influência dos diferentes segmentos da cadeia produtiva sobre o aumento ou a diminuição da capacidade competitiva do setor, mas principalmente para provocar uma reestruturação e o fortalecimento da lavoura cacaueira no estado da Bahia.

A fragilidade da economia cacaueira é bastante agravada por sua estrutura de mercado. Como a amêndoa do cacau é um produto perecível e não pode ser estocado, o mercado sofre oscilações, ora apresentando curtos períodos de escassez de oferta e aumento dos preços, ora períodos muito longos de excesso de oferta e quedas de preço. Somente após o processamento o produto pode ser estocado, daí a importância para os produtores de unidades processadoras

¹⁴ Segundo o Prof. Dr. Gonçalo Pereira (comunicação pessoal), essas etapas apresentam uma qualidade técnica muito superior, mas muitos dos clones, embora resistentes, não têm boas características agronômicas e só agora emergem efetivamente as análises dessas plantas, com seleção das melhores.

próximas à lavoura, eliminando a necessidade de venda imediata do cacau após a colheita (Alcoforado, 2003).

O produtor agrícola é, sem dúvida, o mais afetado pela crise. Seu poder recai somente sobre as atividades relacionadas diretamente ao cultivo de cacau nas fazendas – “dentro da porteira”- portanto, exercendo capacidade de influência sobre a dinâmica de produção e oferta da matéria-prima – amêndoas de cacau -, e não é uniforme em termos de capacidade de produção e poder de barganha. Além disso, exerce pouquíssima ou nenhuma influência sobre os níveis de demanda e, por extensão, sobre as cotações de preço desta *commodity*, visto que a estrutura de comercialização do cacau é organizada e controlada pela indústria de transformação (Dias, 2000).

O cacau é comercializado tanto *in natura* (amêndoas), como na forma de derivados (líquor, manteiga, cacau em pó e torta de cacau), e sua importância reside no fato de ser um insumo essencial na crescente indústria chocolateira. O cacau em amêndoas, os produtos derivados e o chocolate cobertura são *commodities* agrícolas, com preços determinados pelas bolsas de Londres e Nova Iorque (principalmente), cotados em libras e dólares por tonelada, e servem como referência na determinação dos preços internos. O preço do chocolate cobertura está diretamente vinculado ao preço do cacau e dos derivados do cacau (Nagai, 1997).

Em 2005, o cacau produzido e entregue pela lavoura baiana somou mais de 143,9 mil toneladas, volume mais alto desde 1997 e 42,2% acima das 125 mil toneladas registradas em 1999, pior ano na história recente do cacau brasileiro. Hoje, a área plantada estimada na Bahia é de 550.000 ha com uma produtividade média de 16,2a/ha (Hartmann, 2006). O Gráfico 1.1 mostra a variação da produção de cacau no estado da Bahia nos últimos 35 anos.

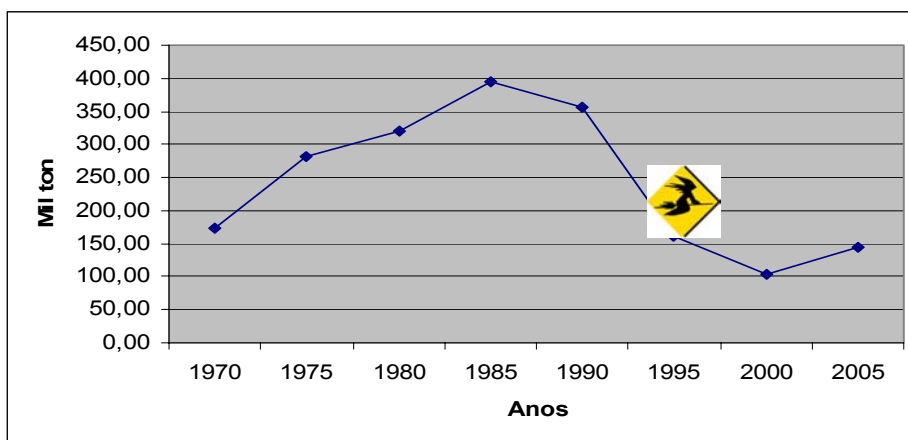


Gráfico 1.1 – Produção de cacau no Estado da Bahia, 1975 – 2005, em mil t.

Fonte: Ceplac (http://www.ceplac.gov.br/radar/mercado_cacau.htm, consulta em 14/02/2006)

A Costa do Marfim lidera, desde a década de 1960, a produção mundial de cacau em amêndoas secas, seguida, na ordem, por Gana, Indonésia, Nigéria, Brasil, Camarões, Equador e Malásia. Estes 8 países concentram mais de 90% da oferta mundial (Parente *et al.*, 2003). O Brasil, que até a década de 1980 ocupava a 2ª posição, caiu para a 5ª posição nos últimos 10 anos em razão da progressiva diminuição da área plantada, do baixo padrão tecnológico adotado, como resposta à queda nos preços internacionais, e principalmente pelo alastramento da doença vassoura de bruxa, o que fez o país se transformar de exportador de cacau em amêndoas para importador do produto. O Gráfico 1.2 mostra a evolução da produção de cacau em amêndoas dos principais países produtores.

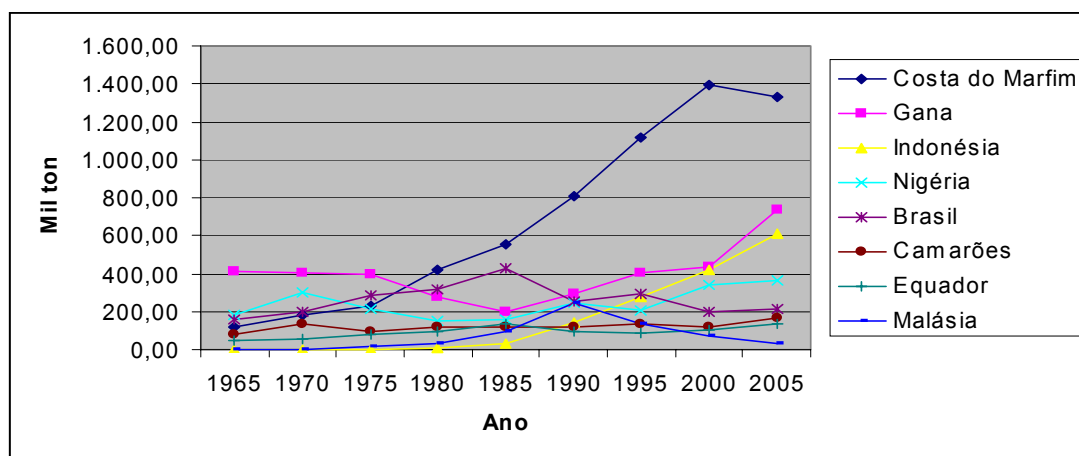


Gráfico 1.2 – Evolução da produção de cacau em amêndoas dos principais países produtores, 1965 a 2005, em mil t.

Fonte: FAO Estatísticas, 2006 (www.fao.org/statistics, acesso em 14/02/2006)

Mas, é o cacauicultor que ainda enfrenta os maiores problemas como a concorrência externa, devido à baixa produtividade, o aumento dos custos dos principais insumos, dificuldades de acesso ao crédito e vários períodos de condições climáticas adversas, com chuvas mal distribuídas e períodos de estiagem na época de floração (Garcia, 2003). Segundo a autora, com a queda dos preços internacionais e enfrentando inúmeros problemas internos nos últimos anos, os produtores se sentiram cada vez menos estimulados a investir na lavoura de cacau, o que facilitou o processo de contaminação das plantações pela vassoura de bruxa.

ii) A indústria processadora e chocolateira

A instalação da indústria processadora de amêndoas de cacau no Brasil é relativamente recente, visto que o processamento do cacau somente foi iniciado a partir da IIa. Guerra Mundial, com a implantação das primeiras fábricas no país (Nagai, 1997). No final da década de 1970, devido aos altos preços do cacau e de seus derivados no mercado internacional, houve um investimento maciço na instalação de fábricas em Ilhéus e Itabuna, tornando o Brasil um dos principais países processadores de derivados de cacau no mundo.

A indústria processadora no Brasil caracteriza-se como oligopólio concentrado¹⁵, com predomínio de potências globais como Cargill, ADM-Joanes, Barry Callebaut e Petra Foods, cujas unidades industriais estão na Bahia e respondem juntas por mais de 96% da produção de derivados de cacau (a Cargill processa quase a metade), sendo a empresa nacional processadora mais importante a Indeca, instalada no Estado de São Paulo há mais de 35 anos (AIPC, 2004).

Nessa indústria, as barreiras à entrada de novos concorrentes se caracterizam pelas escalas de produção cada vez maiores, a existência de canais próprios de distribuição e o controle da aquisição de matéria-prima (amêndoas).

Os maiores gargalos da indústria processadora são a baixa qualidade das amêndoas brasileiras e a pequena quantidade produzida em função da crise que atravessa a lavoura, o que se traduz na necessidade de importação de amêndoas da Costa do Marfim e Indonésia, principalmente. Outro problema para a indústria processadora é que receber cacau importado no porto de Ilhéus é uma tarefa difícil, uma vez que as operações portuárias para atender as

¹⁵ Oligopólio concentrado é definido como uma estrutura dotada de alta concentração técnica, de natureza homogênea, sem diferenciação de produto e com poucos produtores. A competição nesta estrutura é pouco frequente e quando ocorre é via investimento em resposta ao crescimento da demanda, ou seja, ocorre a partir da redução de custos ou elevação da qualidade do produto (Possas, 1985).

importações são obsoletas e muito distantes dos modernos meios de desembarque e estocagem a granel disponíveis nos principais portos de cacau no mundo. Além disso, as rodovias federais, estaduais e municipais não têm condições para o escoamento do cacau e seus derivados, o que prejudica enormemente o setor (AIPC, 2004).

No contexto brasileiro, a atual capacidade máxima de processamento de amêndoas de cacau para a extração de matérias-primas semi-beneficiadas (torta, pó, manteiga etc.) se situa pouco acima das 200 mil toneladas/ano, enquanto que a demanda alcança algo em torno de 250 mil toneladas. Dessa forma, para atender as indústrias, o Brasil importa entre 40 a 50 mil toneladas/ano de amêndoas de cacau (Parente *et al.*, 2003). Isso demonstra a existência de um amplo espaço de demanda industrial não atendida no Brasil, favorecendo o incremento do plantio e do beneficiamento agroindustrial das sementes. Segundo Hartmann (2006), dados da AIPC indicam que foram processadas mais de 216 mil toneladas de amêndoas de cacau em 2005, superando as 203 mil toneladas de 2004 em 6,4%. Apesar da crise, o Brasil ocupa a 4^a. posição no processamento de amêndoas, atrás apenas da Holanda, Estados Unidos e Alemanha (Couto, 2000).

Já a indústria chocolateira tem sua estrutura de mercado caracterizada como oligopólio diferenciado¹⁶. No Brasil, concentra-se nas regiões Sul e Sudeste, nas mãos de 3 grandes empresas (Nestlé, Kraft Foods¹⁷, Garoto¹⁸) que juntas detêm mais de 90% da produção de chocolate no país, sendo que os restantes 10% estão com empresas tradicionais (Quaker, Neugebauer, Pan, Copenhagen, dentre outras) e com dezenas de empresas menores brasileiras, atuantes em seus nichos de mercado (AIPC, 2004).

As empresas líderes do mercado atuam de forma integrada em duas etapas da cadeia produtiva: a fabricação de chocolate cobertura e de produtos de chocolate. Essa integração deve-

¹⁶ No oligopólio diferenciado, a competição ocorre por diferenciação do produto, sendo raramente utilizada a competição via preços, devido a características de elevados custos indiretos unitários, resultantes de despesas como comercialização e publicidade, que poderiam ser afetados pelas oscilações dos preços. A diferenciação de produtos, por ser um processo de renovação contínua, implica em gastos de P&D e por isso as barreiras à entrada são classificadas via *economias de escala de diferenciação*, ligadas à persistência de hábitos e marcas e conseqüentemente ao elevado e prolongado volume de gastos necessários para conquistar uma faixa de mercado mínima que justifique o investimento (Possas, 1985).

¹⁷ O complexo industrial da Kraft Foods em Curitiba, Paraná, é atualmente a maior e mais atualizada planta do grupo em todo o mundo, tendo sido inaugurada em 2003 (Doce Revista, 2005).

¹⁸ Se considerarmos que a Nestlé em 2002 incorporou os ativos da nacional Garoto, operação contestada no Conselho Administrativo de Defesa Econômica (CADE) e hoje sob júdice, o suprimento de chocolates é hoje sustentado por 2 produtores-chave, Nestlé e Kraft Foods, alternando a liderança dos vários segmentos da categoria (Doce Revista, 2005).

se principalmente à sinergia entre essas etapas, pois o chocolate cobertura é a principal matéria-prima na produção de produtos de chocolate e achocolatados, e também à economia de escala, tendo em vista a grande quantidade de chocolate cobertura consumida internamente pelas empresas. Na indústria de chocolate de cobertura existem elevadas barreiras à entrada, como a escala, os domínios dos canais de distribuição, uma vez que o chocolate necessita de transporte e armazenagem climatizados, em função da perecibilidade do produto e do ponto de derretimento a 28°C, e principalmente da imagem da marca. Como estão integradas à indústria dominante da cadeia, as chocolateiras, conseguem obter um grande acúmulo de capital, além de garantir as suas posições no mercado (Nagai, 1997).

Com o crescimento do mercado interno, o Brasil ocupava em 2004 a 4^a. posição como produtor mundial de chocolate, perdendo apenas para os Estados Unidos, Alemanha, Reino Unido e França (Doce Revista, 2005).

De acordo com a Abicab (Doce Revista, 2005), a estimativa de produção de chocolates em 2005 era de 435.000 toneladas, um volume 3% superior ao de 2004. Descontadas as exportações, a produção total de chocolate equivale a vendas domésticas de R\$ 4,7 bilhões. As exportações cresceram 87% nos últimos 5 anos, sendo que em 2004 o superávit do setor alcançou US\$ 284,9 milhões, com uma venda total de 206 mil toneladas, para 144 países de todo o mundo. Os maiores compradores são a América do Norte (37%), América do Sul (28,6%), América Central e Caribe (18,3%), Círculo Pacífico (5,5%), África do Sul (4,4%), Europa (2%), Oriente Médio (2%), Ásia (1,2%) e Oceânia (1%).

Seguindo a classificação de Pavitt (1984), tanto a indústria processadora quanto a chocolateira são intensivas em escala. As empresas apresentam elevado aporte de capital e a principal vantagem competitiva está no menor custo de produção em relação aos concorrentes, que são os países desenvolvidos (Vieira *et al.*, 2001). No entanto, é importante observarmos que a indústria chocolateira é consumidora das inovações de produtos geradas em outros setores (outras indústrias de alimentos, químicas e também farmacêuticas), que são os principais insumos (além do chocolate) utilizados na fabricação dos seus produtos, e dessa forma poderíamos também incluir esse setor na categoria de indústria dominada por fornecedores.

1.3.2. A cadeia inovativa do cacau e chocolate

Esse item discute a dinâmica da pesquisa no setor de cacau e chocolate, baseada no conceito de cadeia inovativa, procurando identificar a interação entre o setor produtivo e o técnico-científico na solução dos problemas que atingem a cultura, principalmente, e aqueles voltados à indústria de transformação. Observa-se, no caso do cacau, que o baixo grau de articulação entre os segmentos da cadeia produtiva se reflete na dinâmica de pesquisa e, conseqüentemente, no desenvolvimento do setor.

i) A dinâmica técnico-científica em cacau e chocolate

A dinâmica técnico-produtiva da lavoura cacaueira baiana sempre foi fortemente afetada por crises cíclicas, sendo que os principais gargalos da atividade agrícola são a falta de financiamento para os produtores, ausência de política agrícola para o desenvolvimento do setor, produção e produtividade baixas devido ao reduzido padrão tecnológico na produção, instabilidade de preços (normalmente inferior ao valor remunerador do capital aplicado nessa atividade, regulado pelas indústrias de processamento), persistentes períodos de estiagem e, principalmente, os de origem fitossanitária, devido ao aparecimento em 1989 da doença vassoura de bruxa, causada pelo fungo fitopatogênico – *Crinipellis perniciosa*. A procura por soluções que visam o controle desse problema vem marcando a história recente da cacauicultura no estado da Bahia e, nos últimos anos, a preocupação com a doença vem envolvendo um número crescente de pesquisadores, produtores, órgãos do governo estadual e federal e associações na tentativa de superação da crise. No entanto, nem sempre foi assim.

Durante quase 40 anos, a Ceplac foi a única instituição pública de pesquisa agrônômica, dedicada exclusivamente à cacauicultura e culturas compatíveis, oficialmente reconhecida para este fim, exercendo poder de influência sobre o segmento produtor na medida em que era responsável por dotar os produtores de práticas tecnológicas referentes à cultura do cacau, dedicando-se à pesquisa e inovação tecnológica para o setor. Até a década de 1970, a Ceplac prestou assistência agrônômica e tecnológica aos cacauicultores e o resultado foi o aumento significativo da produção e da produtividade da lavoura cacaueira.

No entanto, na década de 1970, segundo os produtores, a Ceplac se desvirtuou dessa função e passou a atuar como um órgão de desenvolvimento regional, financiando obras de infraestrutura rural e urbana, inclusive na região Amazônica, com recursos provenientes das taxas

obrigatórias pagas pelos produtores de cacau (Dias, 2000)¹⁹. Com a queda na produção e exportação de amêndoas, a instituição apresenta grande fragilidade, pois o seu orçamento depende de recursos destinados pelo Governo Federal para sua sustentação. Acabou por dominar a região cacaueira, de certa forma impedindo a presença de outros órgãos de pesquisa estaduais e federais, isolando a economia cacaueira na medida em que não procurou captar investimentos das indústrias transformadoras, assim como de outros organismos nacionais e internacionais para a introdução de inovações nas práticas culturais, visando à modernização contínua das plantações de cacau. Podemos dizer que esse “excesso de defesa do território” acabou por prejudicar o desenvolvimento da lavoura cacaueira, propiciando o agravamento das crises do setor, principalmente com a expansão da doença vassoura de bruxa na região.

Para expandir a estratégia de recomposição da lavoura, após o fracasso do pacote tecnológico desenvolvido pelo Programa de Recuperação da Lavoura Cacaueira e recomendado aos produtores pela Ceplac, foi criado em dezembro de 1997, o Instituto Biofábrica do Cacau (IBC), um consórcio de organizações cuja missão está voltada à produção contínua de clones de cacaueiros mais resistentes à doença vassoura de bruxa e de alta produtividade, tornando-se atualmente um dos principais pilares de sustentação do programa (Dias, 2000)²⁰. O papel da Ceplac é dar suporte a esse instituto, via o fornecimento do material genético melhorado à Biofábrica, tendo assumido a condução técnica na implantação e produção do mesmo.

É interessante observar que a Ceplac somente iniciou as pesquisas de melhoramento genético e clonagem de espécies resistentes à vassoura de bruxa em 1995, quando a doença já havia se alastrado. Segundo Dias (2000), isso evidenciou o despreparo dessa instituição quanto ao conhecimento de pragas e doenças, mostrando assim o caráter meramente reativo na condução de pesquisas sobre fitopatologia. A partir daí, em 1996, a Ceplac passou a priorizar a seleção de

¹⁹ Os recursos utilizados para esses investimentos eram proporcionados, principalmente, por verbas originárias da Taxa de Retenção Cambial, depois denominada Imposto de Exportação do Cacau, em vigor até 25 de setembro de 1989, quando foi extinta pela resolução 278 do Conselho Monetário Nacional. Consistia na retenção obrigatória de uma porcentagem fixa sobre os valores de exportação do cacau e produtos derivados, repassados pelo Governo Federal para a manutenção da Ceplac (Dias, 2000).

²⁰ O Instituto Biofábrica do Cacau, oficialmente inaugurado em 1999, é um consórcio de organizações que tem como objetivo a produção contínua em escala industrial de clones de cacaueiros selecionados, sendo formado pela Cooperativa de Crédito Rural Grapiúna Ltda, Cooperativa Grapiúna de Agropecuária Ltda, Secretaria de Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária do Estado da Bahia, Ceplac e UESC. No processo estratégico de consolidação do IBC, a Ceplac atuou por meio de suas divisões internas, o Cepec – Centro de Pesquisas para o Cacau, no qual foram realizados os testes com diferentes clones, os quais foram multiplicados, em larga escala, no IBC e o Cenex – Centro de Extensão, divisão responsável pela assistência técnica e extensão, acompanhando a aplicação de tecnologia de clonagem no interior das unidades produtivas (fazendas).

cacaueiros resistentes à vassoura de bruxa, cujas espécies foram testadas e depois clonadas, com a conseqüente implantação em jardins clonais em fazendas da região (chamadas multiplicadoras). As variedades foram testadas e se constituíram na base genética para a multiplicação do material vegetativo na Biofábrica (Dias, 2000). Segundo essa autora, a postura corporativista da Ceplac não permitiu que outras organizações governamentais como a Embrapa participassem das instituições que dão sustentação científica e tecnológica à Biofábrica²¹. Somente em fevereiro de 2000, a Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC) foi incorporada ao consórcio de organizações que sustenta a Biofábrica e a Ceplac passou a dividir com esta Universidade a condução de pesquisas e assistência técnica relacionadas a esse Instituto.

A Ceplac era, em princípio, o único ator deste arranjo de cooperação portador de competência técnico-científica. Nessa época, a multinacional Mars Incorporated montou no sul da Bahia um centro de experimentação na Fazenda Almirante Cacau Agrícola Comércio e Exportação Ltda, de sua propriedade, passando a realizar pesquisas junto à Ceplac na área de melhoramento genético, tendo como objetivo a obtenção de clones mais resistentes à doença e com produtividade elevada, utilizando a cultura de tecidos, técnica comercialmente inédita para os cacaueiros (Dias, 2000). Nesses últimos anos, os investimentos com a Biofábrica e a Mars têm sido bons exemplos oferecidos pelo setor privado e associações que participam do negócio do cacau e que decidiram também trabalhar para recuperação da lavoura, ou seja, no início da cadeia produtiva.

Ainda segundo Dias (2000), em 1997, num encontro realizado em Ilhéus para discutir e apresentar novas diretrizes e recomendações para o complexo agroindustrial do cacau e com a

²¹ A cacaucultura guarda uma semelhança bastante interessante com a citricultura no Brasil. A atividade citrícola também foi marcada por várias crises relacionadas principalmente a problemas de origem fitossanitária. No entanto, a principal diferença entre essas atividades reside na forma como o setor citrícola se organizou e se organiza para enfrentar essas crises. Valle e Bonacelli (2002) apontam que na trajetória histórica do setor citrícola é bastante usual a conformação de arranjos institucionais de pesquisa na busca por soluções para amenizar aos problemas relacionados às doenças e pragas em citros, com a presença de atores distintos, como universidades, institutos de pesquisa públicos e privados e, desde 1977 com um importante aliado que é o Fundo de Defesa da Citricultura (Fundecitrus), entidade privada que congrega representantes de toda a cadeia produtiva e se constituiu, pouco a pouco, em um importante ator da cadeia inovativa citrícola. No caso do cacau, observou-se uma postura bem diferente para enfrentar a crise. Até o início de 2000, apenas a Ceplac esteve envolvida na tentativa de encontrar soluções para o problema da cultura, quando algumas ações foram implementadas (criação do ICB e projeto genoma) envolvendo universidades e uma fraca participação da indústria de transformação (processadora e chocolateira). A criação do Fundo Baiano de Defesa da Cacaucultura (Fundecau), que deveria exercer o mesmo papel do Fundecitrus também não apresentou resultados, sendo meramente um repassador de recursos do Governo Estadual para a Ceplac. Isso nos leva a concluir a importância do grau de coordenação das cadeias produtivas e inovativas em distintos setores industriais, em que um maior grau de coordenação implica em uma possibilidade maior de identificar os

presença de todos os segmentos da cadeia, foi criado o Instituto Brasileiro de Estudos e Pesquisas da Cacaucultura (Ibecau), com o objetivo de promover estudos para o setor, com a participação da indústria de transformação em projetos de pesquisa e recuperação competitiva da cacaucultura. No entanto, na prática, não se observou e não se observa uma participação efetiva do segmento industrial.²²

Na pesquisa por tecnologia de produção, o país também não demonstrou grandes avanços, uma vez que não houve empresas interessadas em produzir máquinas e equipamentos para as fazendas de cacau nos últimos 10 anos (AIPC, 2004). O mesmo ocorre com a tecnologia de beneficiamento, principalmente na fase de fermentação, devido ao baixo investimento em pesquisas, à crise e à desmotivação dos produtores, sendo a maior dificuldade a falta de infraestrutura das fazendas.

Em julho de 2000 houve um agrupamento das competências técnico-científicas, por meio de investimentos na biotecnologia, especialmente na genômica, apoiado pelo Governo do Estado, que culminou nas discussões, organização, constituição e implantação do projeto Genoma da Vassoura de Bruxa, formando uma rede de pesquisa em biologia molecular na Bahia, com a participação de grupos de pesquisa da Bahia (UESC, Ceplac) São Paulo (Unicamp, coordenadora do projeto) e de Brasília (Cenargen/Embrapa).

O projeto foi inicialmente financiado pela Secretaria de Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária (Seagri) do Estado da Bahia, que se constitui num ator importante da atual estratégia de desenvolvimento, recuperação e reorganização da cadeia produtiva do cacau²³. Posteriormente foram iniciadas negociações com o Ministério da Ciência e Tecnologia, através do Programa de Biotecnologia e Recursos Genéticos do CNPq, que passou a co-financiar esta rede.

Também nos últimos anos, novos grupos de pesquisa têm se ligado à rede de pesquisa genômica, como o Laboratório de Melhoramento de Plantas do CENA/USP e o grupo de

problemas ou mesmo as oportunidades tecnológicas e, principalmente, a capacidade de articular as competências e habilidades necessárias para a sua resolução ou investimentos futuros.

²² Os produtores agrícolas acusam o segmento industrial de ser o grande ator ausente do Programa de Recuperação da Lavoura Cacaueira Baiana, mostrando-se descomprometido com o processo de formulação e de implementação de estratégias para enfrentar a crise e da reestruturação competitiva da cadeia produtiva do cacau. O segmento industrial, por sua vez, tem interesse na garantia regular de fornecimento de matéria-prima, resguardando-se de investimentos de risco com experiências de inovação tecnológica na lavoura, cujos resultados são incertos ou de longo prazo (Dias, 2000).

²³ A Seagri também está diretamente envolvida no consórcio de organizações que compõe o Instituto Biofábrica de Cacau, tendo financiado a implantação de sua unidade operacional no município de Ilhéus, Bahia, investindo recursos da ordem de US\$ 2,7 milhões para sua construção (Dias, 2000)

pesquisa em biologia molecular e de microrganismos da Universidade Federal de Viçosa (UFV), visando agregar esforços no estudo do fungo fitopatogênico que causa a doença vassoura de bruxa, para encontrar meios para o controle da mesma.

Inovações tecnológicas e organizacionais vêm permitindo ao produtor o convívio com a vassoura de bruxa e um maior rendimento físico da cultura, por meio do desenvolvimento de técnicas e processos para controlar parcialmente a doença, seja com trabalhos de melhoramento genético convencional para obter plantas mais resistentes à doença e com atributos agronômicos desejáveis, seja com aplicações de técnicas de controle fitossanitário (poda, queima etc.). Todo esse trabalho vem sendo realizado com a participação efetiva de produtores, pesquisadores, governo e entidades associadas à lavoura cacaueteira.

Já as indústrias processadoras e chocolateiras, apesar de terem um bom padrão tecnológico de produção, são classificadas como indústrias de baixa tecnologia, com menor conteúdo tecnológico em seus produtos, aplicando muito pouco em P&D e inovações (Pintec, 2004). Como a base tecnológica e produtiva está, em grande parte, disponível no mercado para a maior parte das empresas do setor a custos relativamente baixos, é muito difícil a uma empresa líder em termos tecnológicos se apropriar dos benefícios de um maior investimento em P&D. Embora existam poucas referências sobre o assunto, a indústria chocolateira é muito pouco inovadora, uma vez que as grandes empresas que dominam o mercado têm centros de pesquisa bastante desenvolvidos fora do Brasil e as pequenas e médias empresas brasileiras não investem em P&D, sendo o foco das indústrias o controle de processos e, normalmente, a interação com institutos de pesquisa e universidades visa resolver problemas internos relacionados à tecnologia de produtos e processos²⁴.

Os principais atores que participam da dinâmica técnico-produtiva da cacauicultura estão identificados na cadeia inovativa representada na Figura 1.2.

²⁴ Informação fornecida via e-mail em 23/03/2006, pela engenheira de alimentos Priscila Efraim, pesquisadora da Cereal Chocotec do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), Campinas, SP.

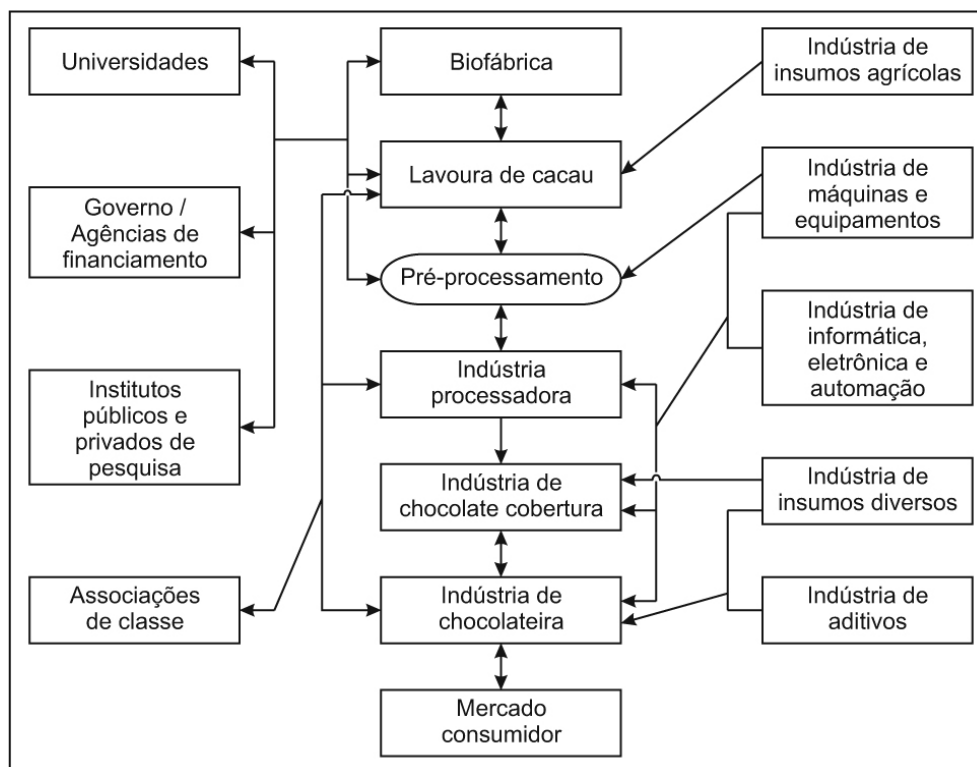


Figura 1.2 – Cadeia inovativa de cacau e chocolate

Fonte: Elaboração própria

Como se observa no fluxograma da cadeia inovativa do cacau, embora seja um arranjo recente, vem ocorrendo uma interação bastante positiva entre os diferentes atores envolvidos com as atividades de pesquisa científica e tecnológica (universidades e institutos de pesquisa públicos/privados), órgãos de governo, agências de financiamento e associações ligadas à lavoura, com o setor agrícola, ou seja, os produtores de cacau. Pelos elos representados na cadeia, observa-se que a interação destes agentes com a indústria de transformação (processadora e chocolateira) é ainda muito fraca (existem algumas ações conjuntas com a indústria processadora e o segmento produtor, como visto anteriormente) e por vezes até inexistente, como no caso da chocolateira principalmente. No entanto, a constituição do projeto genoma da Vassoura de Bruxa veio reforçar a importância da cooperação entre diferentes instituições e atores que poderão contribuir para a resolução de problemas no setor produtivo, propondo soluções para o controle da doença.

Dessa forma, torna-se essencial a necessidade de melhorar as interações entre todos os atores e sua eficiência dinâmica para produzir e disseminar coletivamente as informações, conhecimentos, habilidades específicas e experiência, construindo assim uma capacidade real

para a inovação e, conseqüentemente, para o sucesso da rede genômica e da reestruturação do setor.

ii) Agregação de valor e estratégias de concorrência

Como vimos acima, o produtor de cacau é o mais afetado pela crise do setor, em função principalmente da presença da doença vassoura de bruxa.

No entanto, embora seja o elo mais fragilizado da cadeia produtiva, são os próprios produtores os maiores defensores da permanência da lavoura cacaueira e vêm lutando para reverter o quadro negativo atual.

O melhor caminho para os produtores é o equacionamento da dívida contraída no início do Programa de Recuperação da Lavoura Cacaueira e a abertura de novas linhas de crédito, o que já vem sendo feito pelo Governo Federal²⁵. Outra iniciativa recente e importante é a discussão para a implementação de um Plano Estratégico do Cacau, envolvendo produtores, pesquisadores, técnicos, associações ligadas à cacauicultura, representantes governamentais estaduais e federais, e que pode permitir uma nova direção à lavoura cacaueira²⁶.

Um dos elementos principais em discussão no Plano seria, por meio de financiamento governamental, criar condições para a verticalização da atividade produtiva, permitindo aos cacauicultores, além da produção de cacau, a implantação de unidades produtivas de insumos agrícolas, o desenvolvimento e instalação de pequenas fábricas de processamento de amêndoas e a produção e comercialização de produtos, entre eles, do chocolate nos mercados internos e externos. Também é proposta a criação de uma rede cooperativa para comercialização de amêndoas, visando ganhar escala e poder de barganha, reforçando os elos entre os diferentes segmentos da cadeia. Toda essa interação permitiria uma redução dos custos de transação e, em conseqüência, o aumento do poder de competitividade do cacau e seus derivados. Outro ponto em discussão propõe uma maior interação com as universidades, Ceplac e outras instituições de

²⁵ O Banco Central publicou uma medida para a prorrogação dos prazos de pagamento das dívidas contraídas pelos cacauicultores, dentro do Programa de Recuperação da Lavoura Cacaueira Baiana (Resolução 3.345, de 05/02/2006), fruto do esforço do Governo do Estado junto à União. Essa medida se constitui em uma nova oportunidade para a regularização da vida creditícia e cria para o cacauicultor baiano a possibilidade de acesso a novas fontes de financiamento.

²⁶ Em mensagem enviada à lista do cacau em 20/03/2006, a Comissão Nacional do Cacau, a FAEB, a Ceplac e o IMIC vêm trabalhando na montagem de um Planejamento Estratégico para a Cadeia Produtiva do Cacau, com a presença dos produtores da região, devendo ser elaborado um projeto para sistematizar ações conseqüentes que tendem a ordenar esforços e dar sinergia aos movimentos em prol do desenvolvimento da cultura do cacau e seus derivados.

pesquisa visando melhorar a qualidade da matéria-prima, desenvolver tecnologias mais simples e menos onerosas para o beneficiamento de amêndoas, aperfeiçoar os sistemas de secagem obtendo preços melhores e diferenciados (produção de cacau fino), criar estratégias de redução dos custos da lavoura e do tempo de produção das amêndoas (secagem e fermentação) e aumentar a produtividade, que podem vir a ser um diferencial competitivo frente à concorrência externa.

A introdução de clones resistentes à vassoura de bruxa e a renovação dos cacauais para o controle da doença, também são iniciativas que vêm sendo implementadas com sucesso por meio do Instituto Biofábrica do Cacau e Ceplac.

A Ceplac já vem desenvolvendo algumas ações para o estabelecimento de agroindústrias de cacau nos estados onde atua visando agregar valor às atividades do produtor rural. A entidade pretende implantar unidades de produção incubadoras para treinar produtores, que deverão beneficiar amêndoas de cacau e uma gama de produtos de forma a aproveitá-los integralmente valorizando seus derivados, o que significará um maior percentual de renda às pequenas e médias propriedades, além de gerar emprego nas regiões produtoras. Os subprodutos visam ao aproveitamento da polpa de cacau para a fabricação de polpas congeladas, purês, geléias, doces, vinho, aguardente, sucos, sorvetes, dentre outros²⁷.

Outra estratégia para os cacaucultores está na produção de cacau orgânico, oportunidade que já está sendo aproveitada por alguns produtores no sul da Bahia, uma vez que a não utilização de agrotóxicos e adubos químicos, além de garantir uma melhor qualidade nutricional para o fruto do cacau, tem um forte apelo ecológico, pois auxilia na preservação do ambiente natural. A incorporação de outras atividades produtivas em consórcio com o cacau, como o plantio de pupunha, açaí, cupuaçu, seringueira, eucalipto, flores, dentre outras também seria uma forma de agregar valor à produção e auxiliar na proteção do meio ambiente. O que se espera é que ao longo dos próximos anos essa movimentação resulte numa trajetória regional, na qual a

²⁷ As ações para implantação das agro-indústrias foram definidas em reunião técnica no dia 22 de fevereiro de 2006 pela Ceplac em Brasília, com a participação de órgãos públicos e privados como o Sebrae/BA, a empresa de maquinários Meller/ES, o Ministério da Agricultura, entre outros, e de representantes da Costa do Marfim e República dos Camarões. Além do cacau, o projeto beneficiará produtos regionais como cajá, jaca, jenipapo, cupuaçu, açaí, graviola, manga, banana, coco, pupunha, seringueira. A assessoria técnica da Ceplac vai orientar o produtor desde a colheita até a comercialização, identificando mercados em potencial e tipo de produtos de alta qualidade, inclusive visando o mercado externo. Os produtores também serão orientados a buscar formas de aquisição de crédito para a montagem de outras unidades equivalentes que possam beneficiar outros grupos de produtores. A expectativa é que o processo tenha um efeito cascata para a difusão das tecnologias como produção de cacau fino, transformação do produto em licor, torta e pó de cacau e numa segunda etapa do processo de transformação, será produzido o chocolate (Ceplac Notícias, 2006: www.ceplac.gov.br, acesso em 20/03/2006).

busca por inovações e a aprendizagem pela troca de informações, conhecimentos e experiências seja uma constante. Para Couto (2000), essa última crise da lavoura cacauífera, por ele chamada numa inspiração de cunho Schumpeteriano, de crise-criadora, vem trazendo consigo alguns elementos internos e/ou externos de sua própria superação.

O setor industrial cacauífera nacional, que compreende as indústrias processadoras de amêndoas e as chocolateiras apresenta, de modo geral, uma boa capacidade competitiva, e a exemplo do que ocorre com os setores mais dinâmicos da indústria de alimentos no Brasil, vem experimentando um significativo processo de reestruturação competitiva e o mercado de produtos do cacau vem evoluindo positivamente desde a década de 1990 (Couto, 2000). De acordo com esse autor, as indústrias processadoras e as chocolateiras têm investido desde essa época no setor, sendo que a principal estratégia opera no sentido de diferenciação e diversificação dos produtos, com as empresas disputando a participação no mercado nacional de derivados, chocolates e produtos achocolatados. Outro fator importante é que alguns países africanos, como a Costa do Marfim, Camarões e Gana, antes tradicionais exportadores exclusivamente de amêndoas não-processadas, têm incrementado sua indústria processadora face às oportunidades tecnológicas para o setor. Essa nova tendência reforça a importância crescente do mercado interno de amêndoas nos grandes países produtores, principalmente no Brasil, que apresenta uma vantagem particular frente aos seus concorrentes: a dinâmica do mercado interno de produtos para consumo final – chocolates e produtos achocolatados.

As inovações tecnológicas na indústria processadora estão direcionadas principalmente para produtos diversificados para comercialização, como as amêndoas, pastas, líquido, torta, pó e manteiga de cacau (Couto, 2000)²⁸. A qualidade dos produtos não é considerada uma vantagem competitiva, uma vez que é praticamente a mesma para todas as empresas processadoras, sendo as vantagens frente aos concorrentes centradas no atendimento ao cliente, marca e formas de aquisição de matérias-primas (Nagai, 1997).

Já a indústria chocolateira é o segmento dominante e mais inovador da cadeia produtiva, devido ao fato de que os produtos fabricados por essa indústria não são *commodities* e possuem alto valor agregado (Nagai, 1997). No entanto, deve-se observar que as inovações trazidas nessa indústria referem-se muito mais a mudanças incrementais na qualidade e apresentação dos

²⁸ É importante observar que a manteiga de cacau vem sendo cada vez mais utilizada nas indústrias alimentícias e de cosméticos, e tem alcançado preços internacionais correntes na faixa de US\$2.000 – 2.500/tonelada (Parente et al., 2003).

produtos (gastos para diferenciação dos produtos), não ocorrendo nenhuma inovação recente que possa ser considerada importante para o ciclo do produto.

A *performance* atual do setor que apresenta um grande potencial de expansão tem atraído expressivos investimentos em território nacional (Ferrero, Arcor, M. M. Mars, Hershey's, Cadbury, dentre outras). Essas empresas, que se instalaram no país a partir da segunda metade dos anos 1990, estabeleceram novos padrões de qualidade e consumo, sobressaindo com conceitos de marketing e operação logística inéditos no cenário local (Doce Revista, 2005). Com isso, os maiores desafios para a indústria chocolateira atualmente são o aumento da concorrência gerado por essa concentração de novas empresas do setor. Com essa expansão do comércio intrafirma e do papel da tecnologia, as barreiras à entrada mudaram. As estratégias de concorrência se tornaram mais complexas e se anteriormente as inovações tecnológicas no setor eram pautadas na incorporação de novas máquinas e equipamentos, atualmente estão direcionadas à diferenciação e diversificação dos produtos, assim como a formação de alianças, fusões, aquisições e incorporações (Couto, 2000).²⁹ Investimentos em inovação e desenvolvimento de novos produtos, além de recursos e competências necessárias que seguem sua produção devem estar voltados para servir o mercado sendo, portanto, fator importante de concorrência. Dessa forma, habilidades de P&D e de orientação mercadológica se complementam como um importante componente para as atividades de inovação. A interferência da entrada de novos concorrentes tem ajudado a desbravar nichos até então intocados, como os dos produtos diet/light e dos chamados nutracêuticos, ampliando o espaço para os produtos desse setor (Doce Revista, 2005). Por terem uma base tecnológica que está em grande medida disponível no mercado para a maioria das empresas a custos relativamente baixos, a apropriação dos lucros da inovação é garantida, principalmente por ativos intangíveis como marca e propaganda, que além de permitir a diferenciação dos produtos em relação aos concorrentes, tem uma importância significativa na escolha final do consumidor.

Essas empresas possuem ainda outras estratégias para manter sua posição no mercado. Promovem aulas e palestras direcionadas para doceiras e fabricantes de chocolate artesanal, mostrando como utilizar melhor os chocolates cobertura em seus produtos. É uma estratégia interessante, pois, além de consolidar a marca no mercado, faz com que seja utilizado o chocolate

²⁹ Na indústria de chocolates e achocolatados, algumas firmas multinacionais com sede nos Estados Unidos, França, Suíça e Itália adquiriram, nos últimos anos, diversas empresas no Brasil, entre elas a Kibon, Sorvane, Lacta, Maguary, Neugebauer e Toddy (Couto, 2000).

da empresa, levando os consumidores a se identificarem futuramente com o sabor do chocolate de uma determinada empresa (Nagai, 1997).

1.4. A eucaliptocultura e a dinâmica técnico-concorrencial do setor de papel e celulose no Brasil

Esse item discute a evolução e o desenvolvimento do setor de papel e celulose no Brasil, contemplando o forte apoio governamental e das empresas privadas para o fortalecimento da cadeia produtiva do setor. A pesquisa científica e tecnológica desenvolvida na área florestal para aumentar os ganhos de produtividade e melhoria da qualidade da madeira, revela uma importante interação entre os diferentes segmentos da cadeia produtiva, e mostra como seus resultados permitiram o desenvolvimento constante e altamente competitivo do setor frente aos seus concorrentes internacionais.

A análise que segue do setor de papel e celulose difere daquela apresentada para o setor de cacau e chocolate, em função principalmente da forte homogeneidade e dos objetivos comuns dos segmentos que compõem a sua cadeia produtiva.

1.4.1. A cadeia produtiva do setor de papel e celulose no Brasil

O setor de papel e celulose constitui-se em um dos setores mais verticalizados do país e sua cadeia produtiva é complexa e abrange desde as bases florestais, produção de energia, celulose e papel, até produtos convertidos como envelopes, caixas de papelão, papéis gráficos, sacos multifilados, reciclagem de papel, entre outros, além de atividades de comércio, distribuição e transporte.

As indústrias de insumos, de máquinas e equipamentos, de informática, eletrônica e automação e de fornecedores de produtos químicos e outros também são incluídas como atores importantes vinculados à cadeia produtiva, embora, como no caso do cacau e chocolate, não estejam no escopo desse trabalho não sendo, portanto, objeto de análise.

O fluxograma da cadeia produtiva de papel e celulose é mostrado na Figura 1.3.

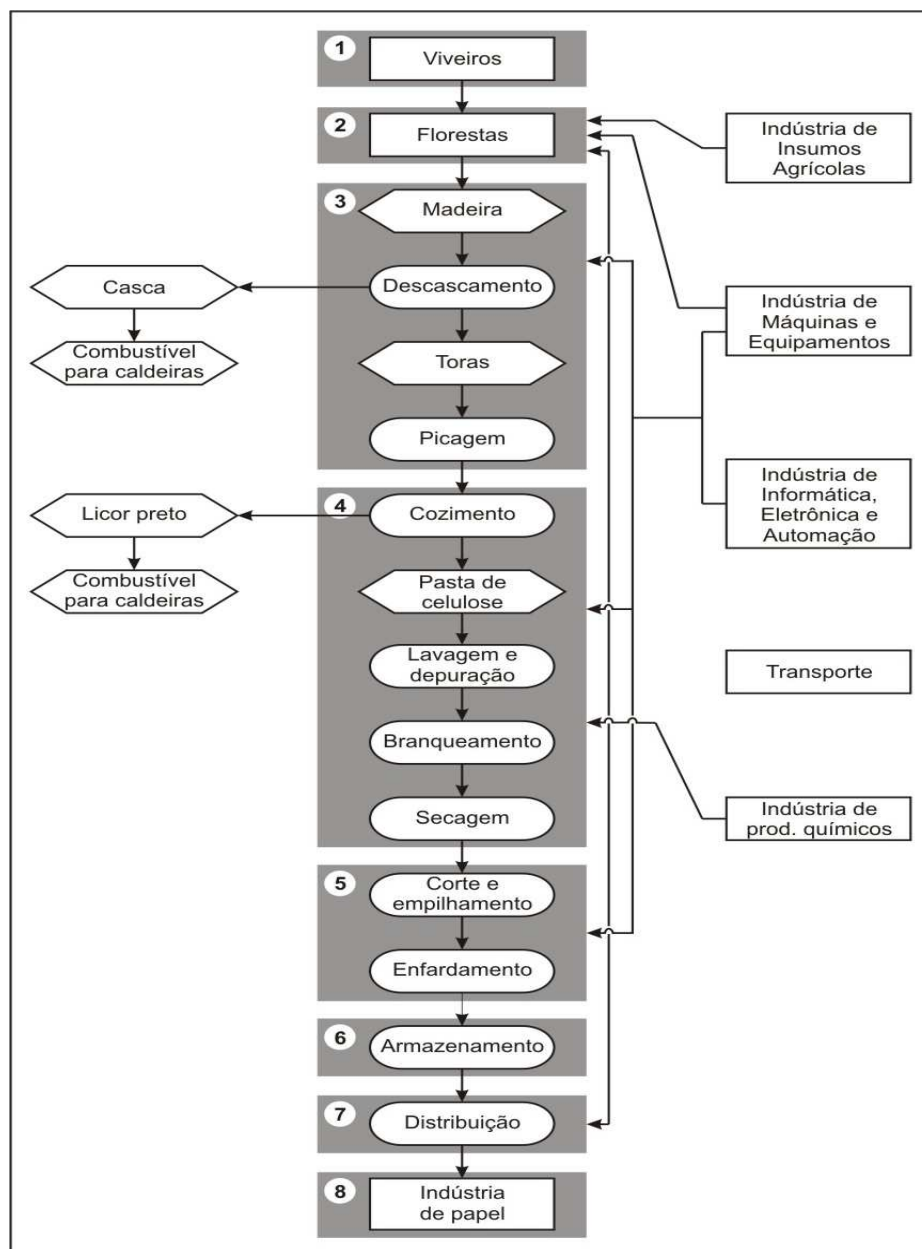


Figura 1.3 – Cadeia produtiva de celulose e papel

Fonte: VCP(www.vcp.com.br/celulose) e Cenibra (www.cenibra.com.br)

O gênero *Eucalyptus*, espécie florestal de maior importância no mundo, é originário da Oceânia (Austrália e Tasmânia), sendo adaptado a uma ampla gama de condições ecológicas, podendo ocorrer tanto em climas tropicais como em regiões temperadas com invernos mais rigorosos. É a árvore com maior área plantada nas regiões de clima tropical, tendo como maiores produtores o Brasil, Índia, África do Sul, Portugal, Angola, Espanha e China (Andrade, 2001).

O rápido crescimento (produtividade média de 45 m³/ha/ano) e a polpa de madeira de alta qualidade com baixo custo de produção em curto período (5 a 7 anos), num regime que permite até 3 rotações sucessivas e econômicas, com ciclo de até 21 anos, são as principais razões do uso extensivo do *Eucalyptus* em reflorestamentos comerciais, uma alternativa de preservação do meio ambiente contra a devastação das florestas nativas em diversas regiões do planeta (Andrade, 2001).

A excelente adaptação do eucalipto às condições naturais favoráveis de solo e clima, levaram o Brasil a possuir a maior área de florestas de eucaliptos do mundo, com aproximadamente 3 milhões de hectares, sendo São Paulo, Bahia, Minas Gerais e Espírito Santo os principais estados produtores (Bracelipa, 2005). A maior parte da produção é voltada para o setor de celulose e papel, que sozinho responde por 1,6 milhões de hectares das florestas plantadas no país.

Cada espécie de eucalipto apresenta características diferentes e é adequada para usos também diferentes, sendo uma árvore bastante versátil e com inúmeras aplicações industriais, como geração de energia, na forma de lenha e carvão vegetal; produtos sólidos como madeira serrada e aglomerados; celulose, usada na produção de diversos tipos de papel; óleo essencial usado em produtos de limpeza, alimentícios, perfumes e remédios; e mel produzido a partir de suas flores (Aracruz, 2005).

O eucalipto foi trazido ao Brasil na segunda metade do século XIX para a produção de dormentes para as linhas férreas que se instalavam no país, passando a ser amplamente utilizado e distribuído geograficamente a partir do século XX, quando métodos para a extração da celulose utilizando madeira desta espécie foram otimizados.

A principal vantagem competitiva do Brasil para o aumento das exportações foi o desenvolvimento da celulose de fibra curta do eucalipto, introduzida pela primeira vez no mercado internacional de celulose no final da década de 1960, quando emergiu este novo complexo agroindustrial baseado no chamado “padrão eucalipto”³⁰. Essa vantagem competitiva do Brasil também diz respeito à diferenciação de custo e qualidade entre a celulose de fibra curta e fibra longa. A celulose de fibra longa custa mais caro por causa da sua principal matéria-prima,

³⁰ O “padrão eucalipto” apresenta as seguintes características: a) celulose de fibra curta de eucalipto como matéria-prima básica; b) grandes escalas de produção; c) padrão internacional de consumo de energia e controle ambiental; d) infra-estrutura própria de escoamento para o mercado externo; e) localização dos projetos em áreas de baixa ocupação populacional (Santos, 2000).

já que o ciclo de vida do *pinus* para atingir o ciclo de corte é de cerca de 25 anos, ao contrário da celulose de fibra curta que tem como matéria-prima o eucalipto, o qual amadurece no máximo em 7 anos.

A implantação e consolidação do setor de celulose e papel no Brasil resultaram de um processo de interações entre políticas públicas, iniciativas empresariais nacionais e estrangeiras, e também o incremento da pesquisa e desenvolvimento nas universidades, centros de pesquisa e empresas (Andrade e Dias, 2003).

De 1930 até 1955, a meta era desenvolver a indústria do papel para suprir o mercado interno, mas acabou por estabelecer também o mercado de polpa ou celulose de mercado (*market pulp*)³¹, uma fatia do setor destinada ao comércio exterior (Santos, 2000). O primeiro impulso dado pelo Governo através do Plano de Metas (1956 – 1961), permitiu a ampla utilização do eucalipto para a produção de celulose, criando-se uma preocupação com a garantia de suprimento de madeira para as indústrias, a seleção de melhores espécies e o aumento das escalas de produção, o que promoveu uma expansão significativa da sua capacidade produtiva, que passou de 77,8 mil ton/ano em 1956 para 278,1 mil ton/ano em 1962 (Santos, 2000). Apesar disso, entre 1963 a 1973, o setor ainda apresentava um grande atraso tecnológico – não havia economia de escala, os custos eram elevados, equipamentos defasados e baixo nível da qualidade dos produtos, sendo que um dos principais problemas era a não-integração floresta-indústria e a incerteza do suprimento de madeira para o funcionamento das fábricas (as empresas não possuíam florestas próprias ou contratos de fornecimento de madeira de longo prazo).

Mecanismos de financiamento de longo prazo foram, então, implementados pelo BNDES para projetos de implantação e/ou expansão da capacidade produtiva de celulose (Resolução 276/67) e criado um programa de incentivos fiscais ao reflorestamento visando subsidiar e estimular a formação de florestas de eucalipto (Lei 5106, 02/09/1966)³². Além da integração floresta-indústria e da criação de barreiras institucionais à entrada de novos concorrentes, um novo desafio a ser enfrentado era a seleção de espécies vegetais de maior produtividade e mais

³¹ Celulose de mercado é toda e qualquer celulose para consumo de terceiros, ou seja, a produzida em determinada planta industrial e que não é consumida pela própria fábrica e/ou suas subsidiárias na produção de papel e seus derivados (Santos, 2000).

³² Até 1976, este propósito ainda não tinha sido atingido e a legislação foi então alterada pelo Decreto 79046/76 do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF), em favor das grandes empresas verticalizadas de papel e celulose, que pressionaram por uma prioridade para os projetos de reflorestamento com área mínima de 1.000 ha e que visassem a integração entre o empreendimento florestal e o seu aproveitamento industrial (Andrade, 2000).

adequadas à fabricação de celulose de fibra curta, uma vez que esse produto não possuía boa reputação no mercado internacional, quanto à qualidade e resistência à tração (Swirski e Tanaka, 1996, apud Andrade, 2000). Para superar essa ameaça, nos anos 70 os esforços foram concentrados em programas de P&D para seleção e adaptação de espécies de eucalipto mais adequadas para a produção de celulose, tendo sido instalados os centros de pesquisa da Embrapa e o Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais - IPEF associado à ESALQ-USP e às empresas Champion, Rigesa, Duratex e Suzano. Com isso, entre 1963 a 1973, a produção de celulose de fibra longa saltou de 136,4 mil ton/ano para 329,8 mil ton/ano e a de fibra curta de 183,1 mil ton/ano para 642 mil ton/ano (Santos, 2000). Como resultado das estratégias e das políticas públicas direcionadas para o setor foram constituídas, na década de 70, as empresas Aracruz, Cenibra, Riocell e a Monte Dourado – atual Jarí Celulose S/A.

O primeiro grande ciclo de investimentos no setor teve início durante o segundo Plano Nacional de Desenvolvimento (II PND) e I Plano Nacional de Papel e Celulose (I PNPC), de 1974 a 1979, com o objetivo de fortalecer as empresas nacionais com estratégias de integração competitiva. Com financiamento público e vantagens fiscais, a política direcionada para esta indústria incentivou o aumento na capacidade produtiva de celulose para gerar excedentes para exportação e abastecer o mercado interno e na produção de papel suficiente para o mercado interno, tendo sido definidas metas para a formação de florestas a fim de prover com matéria-prima o complexo agroindustrial. Nessa época, a pesquisa científica voltada ao aprimoramento da tecnologia florestal ganhou impulso com o apoio do Estado, tendo sido criados e/ou mantidos institutos de pesquisa e universidades voltados à pesquisa aplicada, como o IPEF, Embrapa, IPT/CTCP, Esalq/USP, UFPR, UFV, que passaram a desenvolver atividades junto às empresas privadas do setor.

Mas, foi na década de 1980 que o setor de celulose e papel deu um salto qualitativo e quantitativo sem precedentes, expandindo sua capacidade produtiva, além de esforços no desenvolvimento tecnológico por meio de atividades *in-house* de P&D florestal e, também, industrial, tornando o Brasil o principal exportador de celulose de fibra curta de eucalipto do mundo, além de contar com os mais baixos custos de produção em relação aos demais países concorrentes (Andrade e Dias, 2003). A produção brasileira de celulose para exportação cresceu aproximadamente 83% e a indústria de celulose e papel atingiu sua maturidade.

O Gráfico 1.3 mostra a evolução da produção de celulose e papel no Brasil.

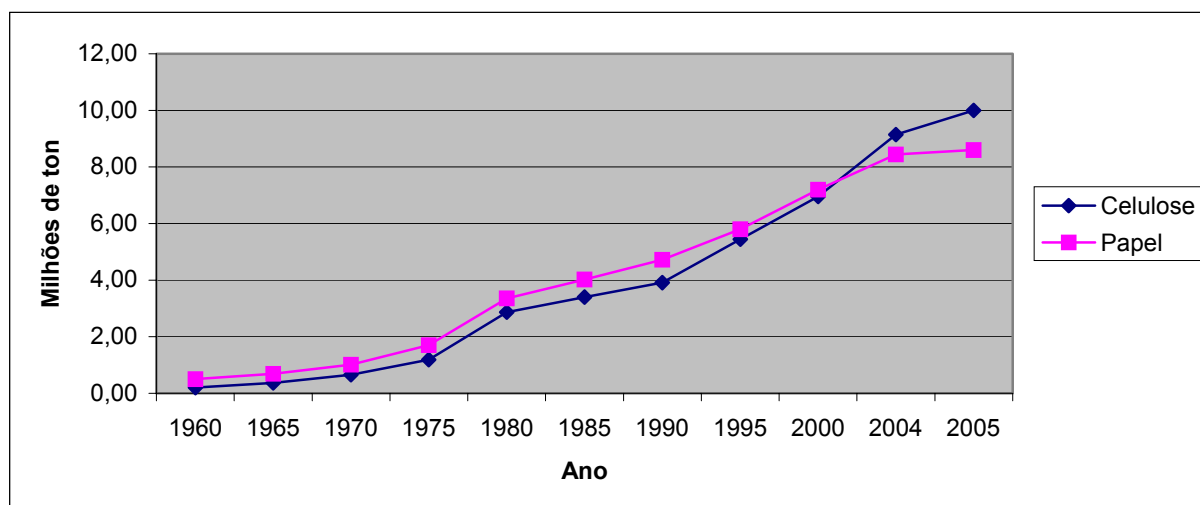


Gráfico 1.3 – Evolução da produção de celulose e papel no Brasil, 1960 - 2005

Fonte: Bracelpa (www.bracelpa.org.br, acesso em 14/02/2006)

Nos três primeiros anos da década de 1990, o mercado de celulose e papel foi afetado por novos padrões de competição em escala mundial, devido à redução da demanda e às constantes oscilações nos preços e, principalmente, pela entrada da concorrente Indonésia, cuja produção de celulose de fibra curta vem sendo triplicada nos últimos anos, transformando-a no maior fornecedor do sudeste asiático (Santos, 2005). Para recuperar o setor, teve início em 1994, o terceiro ciclo de investimentos no valor de US\$13 bilhões, apoiado novamente pelo BNDES. As indústrias ampliaram sua escala de produção, com um crescente processo de adequação da produção ao consumo, estratégias voltadas à modernização, diferenciação e melhoria da qualidade do produto, por meio de fusões, aquisições e acordos estratégicos, procurando expandir sua atuação externa, com maior penetração nos mercados atuais e novos (especialmente os asiáticos), investimentos na base florestal (cultivo, pesquisa e desenvolvimento), e constante atualização tecnológica e de gestão (Santos, 2005).

No entanto, o setor ainda apresenta alguns gargalos, principalmente no tocante aos aspectos ambientais, estruturais e de logística, e que se refletem na competitividade do setor.

A indústria de celulose e papel sempre foi bastante criticada do ponto de vista ambiental, sendo considerada altamente poluidora³³.

³³ Os processos de fabricação de celulose e papel geram resíduos que são despejados na água, no solo e no ar. O ar recebe gases, cinzas e sais como dióxido de enxofre, compostos de cloro, óxido de nitrogênio; a água e o solo recebem os resíduos químicos e orgânicos provenientes do cozimento da madeira, do branqueamento da celulose e da fabricação do papel (Lopes, 1998).

Assim, face às crescentes demandas sócio-ambientais, o setor vem enfrentando forte pressão por parte dos países desenvolvidos, que vêm exigindo dessas indústrias um monitoramento constante evitando restrições ao acesso de produtos brasileiros nos mercados consumidores.

Desde a década de 80, as demandas ambientais começam a se ampliar para além das imposições das soluções tecnológicas *end-of-pipe* (voltada unicamente para o tratamento dos resíduos), estendendo-se para o desenvolvimento e difusão de inovações tecnológicas a todas as etapas de produção de celulose e papel que, ao reduzirem os impactos sócio-ambientais negativos, contribuiriam, também, para o aumento de produtividade e diminuição dos custos de produção (Corazza, 1996). No entanto, no Brasil assim como na maior parte dos países em desenvolvimento, respostas mais pró-ativas por parte das empresas, quanto ao atendimento das novas demandas ambientais, eram quase inexistentes, predominando estratégias sócio-ambientais reativas, resumindo-se na necessidade de resolução de problemas de caráter emergencial e/ou para atender as exigências de ordem legal (Andrade, 2000). Apenas a partir da década de 90, constata-se uma tendência à ampliação do enfoque da gestão sócio-ambiental nas empresas, que passa a ser incorporada às suas estratégias de concorrência como uma variável importante e determinante para a obtenção de vantagens competitivas.

Assim, algumas grandes empresas brasileiras passaram nesse período a se pronunciar mais intensamente sobre suas responsabilidades ambientais, percebendo que a ausência de interdependência entre suas estratégias corporativas e a questão ambiental poderia significar perda de legitimidade e desenvolvimento de desvantagens competitivas (Andrade, 2000). Além disso, a questão ambiental passou a ser uma importante oportunidade de aproveitamento das capacitações para a ampliação da participação em mercados já estabelecidos ou mesmo para a segmentação e desenvolvimento de novos nichos de mercado (Corazza, 1996).

No entanto, embora as grandes empresas do setor venham nos últimos anos adequando suas unidades industriais com escalas técnicas adequadas, implementando modernas tecnologias minimizadoras da geração de carga poluente e controles externos de alto desempenho para controle ambiental, ainda há defasagens. Segundo Kupfer (1994), as condições de financiamento em longo prazo constituem o grande limite às estratégias de modernização e expansão das empresas brasileiras e uma de suas principais desvantagens frente aos concorrentes externos.

Também importante na pauta de controle ambiental é a preservação de florestas nativas, uma vez que vários países passaram a relacionar suas compras de celulose e papel ao tipo de floresta – nativa ou de reflorestamento – que deu origem à madeira. Assim, instrumentos de controle ambiental, como os selos verdes, vêm se tornando obrigatórios, uma vez que o mercado passou a considerá-los como um requisito desejável.

Embora as indústrias no Brasil utilizem a matéria-prima de florestas plantadas, ainda se tem a idéia de que desmatam as florestas nativas para a produção de celulose e papel, mas o setor tem procurado tirar essa imagem negativa de altamente poluidora apresentando seu envolvimento com a preservação de ecossistemas nativos, com o plantio de árvores e com o manejo integrado de suas plantações (Corazza, 1996).

As principais empresas no país contam com a certificação por institutos internacionais, em conformidade às Normas de Qualidade e de Meio Ambiente (ISO 9000 e 14000) e às normas de manejo florestal junto ao Forest Stewardship Council (FSC) e ao Cerflor - Programa Nacional de Certificação Florestal, constituindo-se em ativos complementares muito importantes, que aportam vantagens competitivas frente aos principais concorrentes do setor.

Além da adequação das unidades industriais, o Brasil ocupa a 8ª. posição mundial em reciclagem de papel, com cerca de 45% (www.bracelpa.org.br/br/anual/perfil2006.pdf)

Papel e celulose são *commodities* industriais, tendo seus preços cotados em dólar americano e sua comercialização segue as regras de oferta e demanda ditadas pelas forças do mercado, sendo portanto muito dependente das oscilações da economia internacional.

As indústrias de celulose e papel são intensivas em capital³⁴, com longo prazo de maturação³⁵ e, segundo a classificação de Pavitt (1984), apresentam economias de escala significativas (acima de 100 mil toneladas), em função do próprio processo de produção que necessita desde uma base florestal intensa, até a produção contínua com um produto praticamente homogêneo, havendo, por essa razão, grandes barreiras à entrada de novos concorrentes (FAE Business, 2001). A tecnologia de produção é relativamente acessível, o processo de fabricação é

³⁴ Indústrias de capital intensivo são aquelas que requerem grandes investimentos para a atividade de produção, sendo que uma fábrica de celulose com capacidade de 500.000 toneladas/ano requer investimento superior a US\$ 1 bilhão (Kupfer, 1994). Também o processo produtivo de larga escala, integrado a equipamentos de controle ambiental e à base florestal exige ainda capital de giro, para suportar os anos iniciais do projeto, acompanhamento permanente das tecnologias disponíveis, pessoal qualificado e treinado, eficiência energética e controle das variáveis ambientais.

de domínio público e a tecnologia de ponta está incorporada nos equipamentos fornecedores, sendo adaptadas nas empresas mediante inovações incrementais (Lopes, 1998).

O setor ainda perde em competitividade devido à deficiência em infra-estrutura, com terminais portuários, ferrovias, geração de energia, operando de forma pouco eficiente e criando um custo de transação adicional para a maior parte das empresas. Somente as maiores empresas do setor contam com infra-estrutura moderna de distribuição e transporte, que lhes permitem operar com custos mais reduzidos.

Embora seja um dos setores mais verticalizados do país, vale lembrar, no entanto, que existe uma grande heterogeneidade industrial, pois apesar do grande número de empresas são poucas as que possuem a produção de papel integrada à de celulose, devido principalmente ao alto investimento necessário em terras, reflorestamento e máquinas. Assim, uma parte significativa da produção está voltada para o atendimento de mercados específicos – produção de papel e conversão em produtos impressos, embalagens ou produtos higiênicos, através de pequenas e médias empresas não integradas à produção de celulose (Lopes, 1998).

Em face dessas características intrínsecas da sua indústria, esse segmento é altamente concentrado em grandes grupos empresariais, formando uma estrutura oligopolizada com a freqüente ocorrência de fusões ou incorporações, acompanhando a tendência internacional (Valença e Mattos, 2004).³⁶ Segundo esses autores, no Brasil, Aracruz, Cenibra, Votorantim, Suzano Bahia Sul e Jari, juntas, concentram 93% da produção de celulose de mercado³⁷ e quatro grandes conglomerados concentram 91% da produção de papel: Grupo Suzano, Votorantim, International Paper e Ripasa.

O Brasil ocupa atualmente a 7^a. posição mundial como produtor de celulose de todos os tipos, a 1^a como produtor de celulose de fibra curta de eucalipto e a 11^a. posição na produção de

³⁵ O longo tempo de maturação é principalmente devido ao desenvolvimento da base florestal que pode variar de 5 a 10 anos no caso do Brasil e ao capital de giro para suportar os custos financeiros dos primeiros anos do projeto (Lopes, 1998).

³⁶ O objetivo das fusões e aquisições está voltado à ampliação de escalas de produção e mercado, redução de custos, elevação dos investimentos em tecnologia, logística, marketing, técnicas de vendas e gestão de negócios, garantindo níveis de competitividade compatíveis aos dos grandes grupos globais (Santos, 2000). Em 1999, a Jari Celulose foi adquirida pelo grupo Orsa; Cenibra pela Japan Brazil Paper and Pulp (JBP - consórcio japonês) em 2001 e a Riocell pela Aracruz, em 2002. A Votorantim Celulose e Papel (VCP) adquiriu 28,5% das ações da Aracruz Celulose o que representa quase a produção anual de uma das três fábricas da empresa. Em 2005, a VCP assumiu o controle acionário da Ripasa em conjunto com o Grupo Suzano Bahia Sul, reforçando a concentração do setor (www.vcp.com.br, acesso em 10/05/2005)

³⁷ A Aracruz é a maior produtora mundial de celulose de fibra curta e respondeu por 30% do total mundial desse produto em 2005 (www.aracruz.com.br, acesso em 10/05/2006).

papel³⁸. Das 10 milhões de toneladas de celulose produzidas em 2005, 80% correspondem à celulose de fibra curta de eucalipto, 15% de celulose de fibra longa e os restantes 5% de P.A.R. (pastas de alto rendimento). Das 8,6 milhões de toneladas de papel, 48,7% correspondem a papéis de embalagem e 28% a papéis de imprimir e escrever, os demais para outros tipos de papel, cartões etc.

Em 2005, os principais mercados para exportação de celulose foram a Europa (50%), seguida da Ásia (25%) e da América do Norte (23%). Para papel, os principais mercados são América Latina (45%), seguida da Europa (28%), da Ásia (14%) e da América do Norte (8%).

O Quadro 1.1 mostra indicadores da indústria de celulose e papel para 2005 e, assim, o perfil do setor.

Quadro 1.1 – Perfil do setor de celulose e papel no Brasil – números de 2005

Número de empresas	220
Localização	16 estados e 450 municípios
Área plantada	1,6 milhões ha: 75% eucalipto; 24% pinus; 1% outras
Área de florestas nativas preservadas	2,6 milhões ha
Exportação	US\$3,5 bilhões
Saldo comercial	US\$2,6 bilhões
Participação no PIB	1,40%
Número de empregos diretos	108 mil
Produção de celulose	10 milhões toneladas
Produção de papel	8,6 milhões toneladas

Fonte: Bracelpa (www.bracelpa.org.br/br/anual/perfil2006.pdf)

³⁸ Segundo dados da Bracelpa (www.bracelpa.org.br/br/anual/perfil2006.pdf, acesso em 14/02/2006), os maiores produtores mundiais de papel são os Estados Unidos, com produção estimada em 2005 de 83.400 mil ton, seguido da China e Japão, Canadá, Alemanha, Finlândia, Suécia, Coreia, França, Itália e Brasil. Na produção de celulose, os Estados Unidos lideram com 53.600 mil ton, seguido do Canadá, China, Finlândia, Suécia, Japão e Brasil. Com relação à produção de celulose de fibra curta, seguem o Brasil a Indonésia, Estados Unidos, Canadá, Espanha, Portugal, Finlândia e Suécia.

1.4.2. A cadeia inovativa do setor de papel e celulose no Brasil

A pesquisa científica e tecnológica na área florestal sempre foi de grande importância para o desenvolvimento do setor de papel e celulose no país. Essas empresas apresentam um grande investimento em pesquisa florestal e tiveram um papel fundamental no desenvolvimento da celulose de eucalipto de fibra curta, tornando essa indústria uma das mais produtivas e competitivas do mundo.

Dessa forma, ao se analisar o desenvolvimento da pesquisa na área florestal, observa-se um grande movimento entre o setor produtivo e técnico-científico, seja na busca de soluções para a resolução de problemas específicos dessas empresas, seja para o desenvolvimento de produtos, processos e P&D, demonstrando assim a pertinência do conceito de cadeia inovativa e contribuindo para o dinamismo tecnológico e concorrencial do setor.

i) A dinâmica técnico-científica em celulose e papel

A pesquisa florestal brasileira em ciência e desenvolvimento tecnológico para responder aos desafios do setor de papel e celulose data do início do século passado, quando foram estabelecidas plantações florestais com espécies exóticas para substituição da madeira das florestas nativas de difícil reposição, principalmente com eucaliptos, pela Cia. Paulista de Estrada de Ferro em 1904, e com coníferas, pela Cia. Melhoramentos de São Paulo em 1922 (Castro, 2005).

Mas, foi na década de 1960 que o segmento científico florestal brasileiro ganhou impulso, com a criação das primeiras Faculdades de Engenharia Florestal, visando formar recursos humanos especializados e capacitação profissional nessa área e também a instalação dos primeiros reflorestamentos com incentivos fiscais, que visavam, principalmente, estabelecer uma base florestal voltada para o setor de papel e celulose e para as indústrias siderúrgicas, que usavam uma grande quantidade de madeira como fonte de energia.

Os principais desafios tecnológicos para a consolidação do “padrão eucalipto” estavam associados ao aumento da produtividade das florestas e da qualidade da celulose de fibra curta de eucalipto, com um programa de inovação tecnológica de longo prazo, voltado para o desenvolvimento de colônias geneticamente melhoradas, adaptadas às condições dos ecossistemas locais e à produção de celulose (Andrade, 2000). Com o acirramento da concorrência internacional nos últimos anos, é interessante observar que esses mesmos objetivos

ainda hoje se mantêm, sendo um dos principais alvos do projeto *Genolyptus*, objeto dessa dissertação.

A pesquisa florestal na década de 1970 ficou concentrada nos institutos de pesquisa: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF) - a primeira instituição brasileira dedicada exclusivamente à pesquisa florestal criada em 1968, por um convênio entre a ESALQ/USP e empresas privadas do setor de papel e celulose -, e a Embrapa. Até meados de 1970, o IPEF foi o principal responsável pela pesquisa florestal no Brasil e atua até hoje nas áreas de silvicultura e manejo, gerenciamento de qualidade ambiental, melhoramento genético e biotecnológico e tecnologia de produção florestal, além de manter um setor de sementes, criado originalmente pelo Departamento de Ciências Florestais da ESALQ/USP, em 1966, e que tem como objetivo produzir, colher e comercializar sementes de diferentes espécies florestais para uso industrial, paisagístico, recuperação de áreas degradadas, enriquecimento de áreas naturais e proteção ambiental (Andrade, 2000).

Em 1977 a Embrapa passou a ser responsável pela coordenação e execução de todas as pesquisas nessa área, sendo então criado em 1978 o Programa Nacional de Pesquisa Florestal (PNPF), para esta finalidade, com a participação de outras instituições e universidades do país. A Embrapa é, ainda hoje, o principal instituto de pesquisa governamental para pesquisas na área florestal, com diversos centros envolvidos em estudos principalmente com sistemas florestais e agroflorestais, além de centralizar no Cenargen em Brasília, esforços nas áreas de genética e biotecnologia, sendo responsável pelos procedimentos de quarentena de material vegetal e animal que entra no país (Castro, 2005).

Ainda na década de 1970, foram criadas a Sociedade de Investigações Florestais (SIF), ligada ao Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa (UFV), com os mesmos objetivos do IPEF, e, em 1976, o Centro de Tecnologia de Celulose e Papel (CTCP), sediado no IPT em São Paulo. Esse período foi bastante significativo no tocante ao segmento de tecnologia da madeira, com importantes contribuições na área de energia da biomassa florestal e produção de carvão (este desenvolvimento atrelado à crise do petróleo na década de 1970), com estudos relacionados à avaliação de madeiras (nativas e de florestas plantadas) quanto à sua potencialidade para produção de carvão/energia, desenvolvimento de processos de produção de carvão em diferentes escalas, utilização de subprodutos entre outros (Rodriguez *et al.*, 2002). Na década de 1980, as pesquisas com biomassa florestal e produção de carvão foram reduzidas,

consolidando-se a área de qualidade da madeira, com a absorção de conhecimentos e tecnologias geradas pelo setor produtivo.

Com a administração e coordenação do IPEF, também foram desenvolvidos vários programas de âmbito nacional relacionados com doenças e pragas florestais, sendo que ao longo do tempo buscou-se uma maior interação entre empresas do setor visando ao desenvolvimento de projetos de pesquisa cooperativos entre essas e institutos de pesquisa e universidades (Rodriguez *et al.*, 2002)³⁹.

Já a trajetória da pesquisa em genética florestal teve início no Brasil com o programa de melhoramento genético de eucaliptos, elaborado por Krug em 1941 (Rodriguez *et al.*, 2002). Segundo esses autores, a fase inicial da silvicultura intensiva de plantações florestais com espécies de rápido crescimento, principalmente dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus* data de 1960, mas os primeiros pomares clonais de sementes dessas espécies foram estabelecidos apenas a partir do final dessa década, com o objetivo de suprir a demanda crescente de sementes, tanto quantitativa como qualitativamente, para atender o programa de incentivos fiscais ao reflorestamento⁴⁰. No início da década de 1970 foram instalados os primeiros testes genéticos de espécies/procedências selecionadas, e atividades relacionadas com a produção de sementes melhoradas de eucaliptos e *pinus* foram priorizadas nas décadas de 1970 e 1980 (Rodriguez *et al.*, 2002)⁴¹. Assim ganharam impulso os programas de melhoramento genético adaptados às diferentes regiões do país para aprimorar a tecnologia florestal, pelas empresas isoladamente ou em associação com as universidades e institutos de pesquisa, o que resultou na maior produtividade florestal do mundo (Juvenal e Mattos, 2004)⁴².

³⁹ Foram quatro programas relacionados aos estudos de doenças e pragas do setor florestal: o Programa Cooperativo de Monitoramento de Insetos em Florestas (PCMIF), criado em 1989; Programa Cooperativo para o Manejo de Pragas Florestais (PCMIP) em 1993; Programa Temático de Manejo Integrado de Pragas e Doenças Florestais em 1999 e, em 2000, atendendo a demanda das empresas florestais, houve a incorporação da área de controle de incêndios florestais passando a ser denominado Programa de Proteção Florestal – Protef (Rodriguez *et al.*, 2002).

⁴⁰ A taxa de plantio anual na época dos incentivos fiscais (1966 a 1986) chegou até 400 mil hectares por ano, o que correspondia a 800 milhões de mudas ou em torno de duas toneladas de sementes de eucaliptos e pinus (Rodriguez *et al.*, 2002)

⁴¹ Levantamentos da pesquisa florestal no Brasil realizados pela Embrapa em 1978, 1980 e 1987 mostram que a maioria absoluta dos 2043 experimentos em andamento estava voltada à área de melhoramento genético incluindo arboretos, bancos clonais, ensaios de espécies, pomares de sementes, testes de procedências, clonagem, conservação genética etc. (Rodriguez *et al.*, 2002)

⁴² A tecnologia de clonagem do eucalipto em escala industrial, inovação desenvolvida e implementada pela Aracruz Celulose, em 1979, foi inicialmente desenvolvida pelo IPEF, que desde 1973, trabalhava em pesquisas na área de melhoramento genético do eucalipto (Andrade, 2000).

Ao contrário do que se observa com a cacauicultura, a pesquisa florestal brasileira está dividida entre inúmeras instituições em diferentes regiões do país, como a Embrapa, as universidades e outros centros de pesquisa vinculados a determinados órgãos da administração federal, ou também algumas empresas estaduais de pesquisa, além das grandes empresas privadas do setor (Castro, 2005). O estudo de Rodriguez *et al.* (2002) apontou 54 instituições de pesquisa e 16 empresas privadas com produção na área florestal e 24 universidades com cursos de engenharia florestal, constituindo 549 grupos de pesquisa, destacando-se as universidades: UFV, UFL, USP, UFP, IUFRRS, UFRJ, UFMG, UFPE; os institutos de pesquisa como INPA, Embrapa, IPEF, Iapar, entre outros.

A maior parte das empresas internaliza a pesquisa e o desenvolvimento para a produção de mudas de espécies florestais, mantendo viveiros próprios de forma a ter sua demanda totalmente (ou quase) atendida pela produção própria, uma estratégia vantajosa para fugir dos altos custos de transação⁴³. Essas pesquisas estão direcionadas principalmente para a busca da produtividade e qualidade da madeira, e nem tanto para pesquisas referentes à resistência de doenças, pragas e aos herbicidas, essas desenvolvidas pelo setor público (Fonseca *et al.*, 1999).

São, ainda, utilizadas no melhoramento de florestas plantadas técnicas modernas de manejo e práticas silviculturais, proteção florestal, fisiologia vegetal, seleção de material genético mais eficiente na utilização da água e nutrientes do solo e menos sensíveis às mudanças climáticas (mais estáveis), biometria e modelagem de crescimento e produtos sólidos de madeira, com o objetivo de garantir matéria-prima de alta qualidade, a baixo custo, ganhos de produtividade, equilíbrio ambiental e qualidade de madeira (Andrade, 2000)⁴⁴.

⁴³ Fonseca *et al.*, 1999 alertam, porém que a internalização em direção aos insumos florestais significa uma mobilização importante de capitais em ativos específicos (terra, plantas e mudas de espécies florestais), assim como em P&D (melhoramento e manejo ambiental, nutrição, proteção etc.), o que somente é possível para as grandes empresas do setor.

⁴⁴ É importante observar que a criação de campos de experimentação e pesquisa *in-house* de melhoramento genético pelas empresas é fortalecida por ser o eucalipto uma das 22 espécies protegidas pela Lei de Proteção de Cultivares no Brasil. Essa lei, de 25/04/1997 regulamentada pelo Decreto 2366, de 05/11/1997, estimula investimentos para o desenvolvimento de novas variedades e impede a comercialização de variedades vegetais por terceiros não autorizados através da proteção de novos cultivares, assim como, seu material de reprodução ou multiplicação comercial em todo o território brasileiro pelo prazo de 15 anos e, em alguns casos, 18 anos. Antes da lei, havia um incentivo limitado ao investimento privado no melhoramento, já que não havia direito de propriedade e os custos de monitoramento o tornavam pouco atrativo. Assim, a lei cria um ambiente favorável à inovação, com incremento nos investimentos em pesquisa agrícola no país, principalmente por parte da iniciativa privada, resultando em maior e mais seletiva oferta de novas espécies de plantas adaptadas às diferentes condições climáticas e voltadas ao atendimento das exigências do setor agro-industrial (IPEF, 2005: www.ipef.br/publicacoes/ipefnoticias/ipefnoticias176.pdf, acesso em 04/07/2006).

Todo esse trabalho permitiu ao país possuir um dos mais importantes bancos de germoplasma do gênero *Eucalyptus*, com alta produtividade e adaptabilidade ao meio ambiente e o maior banco genético de espécies de rápido crescimento dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*, detendo atualmente a maior quantidade de pesquisas e informações técnico-científicas na área, a melhor tecnologia para plantações florestais e a maior produtividade florestal do mundo, com grande rendimento industrial e garantindo baixos custos de produção (Juvenal e Mattos, 2004).

Por outro lado, há uma crescente preocupação com o papel das florestas na estabilidade do clima e da biodiversidade, sendo que a preservação e caracterização de recursos genéticos florestais com finalidades ambientais e de garantia de desenvolvimento sustentável, já envolvem o uso crescente de biotecnologias⁴⁵.

Na última década, as novas ferramentas proporcionadas pela genética molecular, como a genômica e a disponibilidade de organismos geneticamente modificados (OGM), começam a despertar o interesse do setor florestal em obter florestas clonais formadas com OGM mais produtivos, mais resistentes a fatores bióticos (doenças/pragas) e abióticos (geadas, déficit hídrico), que produzam melhor qualidade da madeira (maior rendimento em celulose, menor teor de lignina, etc). Segundo Rodriguez *et al.* (2002), embora essas novas técnicas de biologia molecular possibilitem promover um novo salto radical da tecnologia de clonagem de eucalipto, com o objetivo de melhorar principalmente a produtividade e a qualidade da madeira, representando um grande potencial tecnológico a ser explorado na silvicultura de florestas industriais de ciclo curto de produção, como é o caso da eucaliptocultura, seus resultados e reais possibilidades de retorno do investimento a curto e médio prazo são ainda desconhecidos, mas promissores. Além disso, os recursos já escassos na área de melhoramento florestal vêm sendo divididos com esses novos interesses, principalmente pelo setor público, que tem priorizado o apoio a essa área na formação de recursos humanos e capacitação de laboratórios em nível nacional⁴⁶. É o caso de dois projetos em genômica florestal em andamento no país – o Forests,

⁴⁵ Incluem-se as técnicas de propagação e micropropagação vegetativas (produção de clones), seleção *in vitro*, variação somaclonal, fusão de protoplastos, análise de isoenzimas, embriogênese somática das células, micorrizas, marcadores moleculares e engenharia genética (Fonseca *et al.*, 1999).

⁴⁶ A questão do desenvolvimento de OGM gera algumas controvérsias também no setor florestal. Na visão de Pailha (1999, apud Andrade, 2000) e Bertolucci (2000, apud Andrade, 2000), apesar do melhoramento clássico ainda ter potencial para agregar valor às empresas de celulose de fibra curta de eucalipto com ganhos estimados de 1 a 2% em termos de incremento médio anual de celulose (consumo específico de madeira para produção de celulose), os resultados obtidos pela prospecção de genes de interesse real, quando combinados com o melhoramento genético clássico, será o principal diferencial competitivo do setor florestal e significará uma real oportunidade para o

financiado pela Fapesp em parceria com a iniciativa privada, e o *Genolyptus*, um projeto pré-competitivo financiado com recursos do MCT- Fundo Verde Amarelo (FVA) e das empresas participantes, que apresentam um caráter inovador, tanto do ponto de vista científico, como pela participação direta com fundos de iniciativa privada⁴⁷. No entanto, todos esses estudos têm o potencial de ajudar a manter o setor competitivo no futuro e contribuem para manter o Brasil em posição de liderança no campo da genômica.

Com relação à P&D voltada à área de produção industrial, no início da década de 90, já decorrente das pressões ambientais, são desenvolvidos trabalhos que buscam o aumento do rendimento dos processos de polpação e a eliminação de compostos clorados das seqüências de branqueamento, em função principalmente da escassez de informações tecnológicas sobre a madeira de eucalipto, principal matéria-prima utilizada pela indústria brasileira de celulose e papel, e buscando minimizar os impactos ambientais causados por esses processos produtivos. Assim é que algumas grandes empresas mundiais do setor de papel e celulose têm investido em pesquisa e desenvolvimento buscando principalmente aperfeiçoar as técnicas de biobranqueamento como uma oportunidade de inovação, integrada ao processo produtivo, em busca de uma maior eco-eficiência e uma forte estratégia concorrencial (Andrade, 2000). Segundo o autor, a procura por uma produção mais limpa pode ser considerada um esforço endógeno de inovação tecnológica, decorrente da capacitação tecnológica interna da empresa, do sistema científico-tecnológico no qual a mesma está inserida e das estratégias tecnológicas construídas para enfrentar o desafio colocado pelo mercado por mudanças tecnológicas significativas nesse setor⁴⁸.

complexo agroindustrial brasileiro de celulose de mercado fortalecer definitivamente as suas assimetrias competitivas de base tecnológica florestal.

⁴⁷ Os projetos *Forests* e *Genolyptus* têm abordagens diferentes. O *Forests* trabalha com duas etapas que consistem no seqüenciamento do genoma expresso do eucalipto, ou seja, dos trechos de seu DNA que comandam a produção de proteínas para depois tentar correlacionar os genes seqüenciados às funções da planta. Já o *Genolyptus* vem trabalhando com uma rede experimental que vai do Pará ao Rio Grande do Sul, onde são observadas e cruzadas árvores com diferentes características. Com o uso de mapeamento genético, seqüenciamento de DNA e mapeamento físico do genoma do eucalipto, serão identificadas as regiões do genoma que controlam funções ligadas principalmente à qualidade e produtividade da madeira e resistência a doenças.

⁴⁸ No entanto, como alerta Andrade (2000), apesar das pressões ambientais exercidas pelo mercado internacional terem contribuído fortemente para o desenvolvimento dos processos de produção de celulose ECF (Elemental Chlorine Free) e TCF (Total Chlorine Free), estas foram necessárias, porém insuficientes para fazer com que essa inovação tecnológica acontecesse nas empresas brasileiras exportadoras de celulose de mercado. O autor constata que, não obstante a quantidade e o percentual elevados de vendas das empresas brasileiras exportadoras de celulose principalmente para o exigente mercado europeu, as empresas pioneiras no desenvolvimento dessas tecnologias na última década, foram aquelas que já dispunham de uma competência instalada na área de otimização de processos industriais e desenvolvimento de novos produtos (Aracruz e Suzano Bahia Sul, por exemplo).

Um estudo do IPEF (2002) aponta como a principal fonte de recursos disponíveis para a pesquisa florestal os Governos Federal e Estaduais (Finep, CNPq, Fapesp, entre outras), ainda que seja registrada uma boa parte de projetos financiados com recursos de cooperação internacional. A participação do setor privado tem um papel importante no Brasil, principalmente no setor de papel e celulose e praticamente independe da ação governamental, em especial em pesquisas de ponta na área de melhoramento genético e biotecnologia. Algumas empresas possuem investimentos de caráter estratégico da ordem de US\$ 5-10 milhões por ano na manutenção de uma estrutura própria de pesquisa florestal, visando à manutenção do alto nível tecnológico para a eficiência demandada pelo setor (IPEF, 2002).

De uma maneira geral, o setor brasileiro de celulose e papel, em termos de CT&I, pode ser considerado bastante desenvolvido e reflete vantagens se comparado a qualquer outro país do mundo. As prioridades de pesquisa, como vimos acima, se concentram agora na manutenção e ampliação dessa situação, na satisfação dos mercados atuais e na conquista de novos mercados nacionais e internacionais, na produção de matéria-prima que possa ser transformada em um produto final que consiga competir em mercados cada vez mais exigentes e a aposta nesse caso está na biologia molecular. A aplicação dessas novas técnicas no melhoramento do *Eucalyptus* pode levar a um aumento da produtividade – um dos objetivos principais do projeto *Genolyptus* -, atendendo assim a uma demanda crescente por produtos florestais de qualidade com baixo custo de produção e garantindo ao país a manutenção e ampliação da competitividade no cenário internacional (Andrade, 2001).

Segundo o IPEF (2002), em um país como o Brasil, no qual os recursos florestais desempenham papel importante nos segmentos econômico, social e ecológico, há a necessidade da criação e implementação de um fundo nacional para a pesquisa e o desenvolvimento em CT&I Florestal como forma de atrair o capital privado para o custeio das pesquisas com o objetivo de promover uma maior colaboração entre as instituições públicas e privadas. Outro elemento fundamental para aumentar o impacto da pesquisa, é o desenvolvimento de mecanismos eficientes e eficazes de difusão e transferência de tecnologia, um ponto fraco da maior importância na atuação das universidades e institutos públicos de pesquisa. Também é necessário realizar mudanças institucionais que permitam reforçar a capacidade local de pesquisa, divulgação e transferência de tecnologia, eliminando os problemas de coordenação e duplicação de esforços, isso acompanhado de um reforço na capacitação de pessoal que trabalha nos

diferentes níveis das instituições de pesquisa florestal (IPEF, 2002). Essas considerações do IPEF podem ser visualizadas com a implementação dos projetos *Genolyptus e Forests*, nos quais interagem os setores público e privado, com recursos provenientes das empresas de celulose e papel, governo federal, por meio do MCT/Finep – Fundo Verde Amarelo e estadual, por meio da Fapesp. Embora esses projetos tenham uma estrutura diferenciada e apresentem metodologias de execução também diferentes, o objetivo final aponta para os ganhos em produtividade do *Eucalyptus*, principalmente, mas também visando à melhora da qualidade da madeira e o controle de pragas e doenças, dentre outros. Ainda na mesma linha de consideração do trabalho do IPEF, fica a questão se os dados gerados não poderiam ser compartilhados de uma forma facilmente quantificável e equitativa entre as partes, evitando assim a duplicidade das pesquisas ao integrar as competências e experiências dos grupos envolvidos e mais ainda, promovendo a utilização mais eficiente de recursos públicos.

A cadeia inovativa do setor de papel e celulose pode ser representada conforme a figura 1.4, na qual se observa uma maior interação entre os atores da esfera produtiva e aqueles voltados à pesquisa científica, que compreendem as universidades e institutos de pesquisa, dentre outros, conduzindo a resultados importantes para o setor.

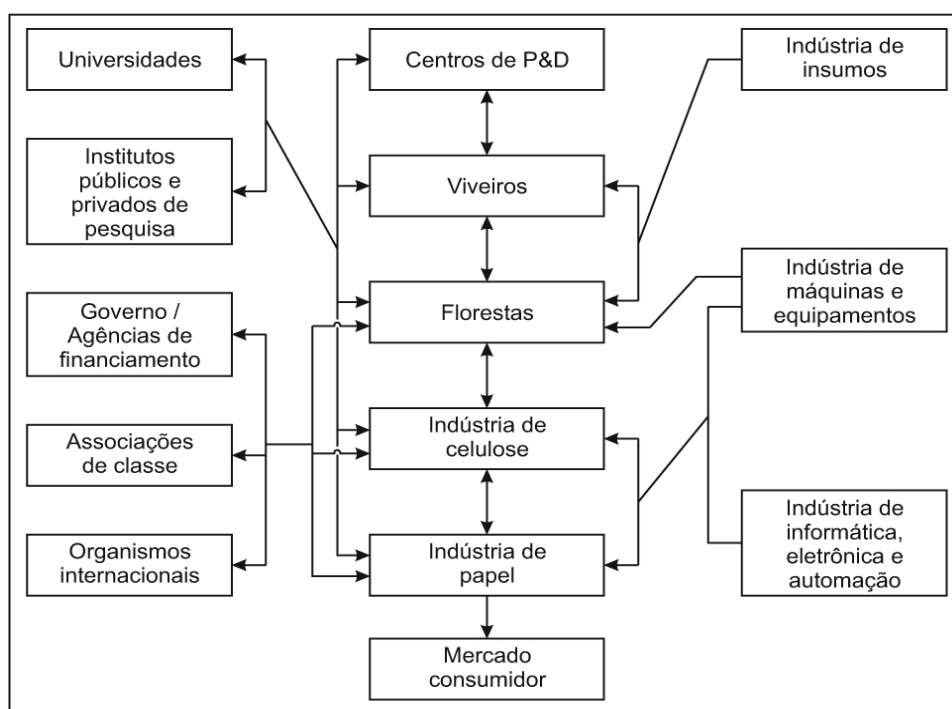


Figura 1.4 – Cadeia inovativa do setor de papel e celulose

Fonte: Elaboração própria

ii) Agregação de valor e estratégias concorrenciais

A indústria brasileira de celulose caracteriza-se por utilizar exclusivamente madeira de florestas plantadas, sendo que o setor tem realizado plantios de 100 mil hectares/ano, consolidando sua base florestal atual em 1,6 milhão de hectares próprios. A principal vantagem competitiva das indústrias brasileiras de papel e celulose é a disponibilidade de florestas e a excelência tecnológica na sua exploração, nas quais são obedecidos critérios de manejo sustentável e a utilização de padrões muitas vezes superiores aos exigidos pela legislação florestal e de meio ambiente, tanto em nível federal como estadual (MDIC, sem data). O estudo do MDIC ainda lembra que, embora essa vantagem assegure às empresas brasileiras um dos menores custos de produção do mundo, ela pode ser reduzida devido à difusão tecnológica a médio e longo prazos e, nesse caso, o setor florestal brasileiro deve aproveitar as oportunidades existentes e promover um novo salto em seus resultados. Assim, a mobilização de recursos de pesquisa na área florestal, a exemplo dos projetos *Genolyptus* e *Forests*, deverá aumentar uma vez que as atuais vantagens comparativas da indústria dependem fortemente da liderança de custos dos produtores brasileiros de celulose de fibra curta branqueada.

As principais preocupações estratégicas das empresas líderes do complexo na atualidade relacionam-se à melhoria da qualidade e produtividade na fase florestal, do meio ambiente e o uso de papel reciclado. Também se explica esse processo mais recente de aquisições e fusões no setor pela necessidade de as empresas ampliarem a competitividade por meio da integração vertical da cadeia produtiva com aquisição de ativos complementares como os florestais, uma estratégia para garantir o controle de matéria-prima em condições mais vantajosas e aumentar suas escalas de produção, condição necessária para atuar em mercados globalizados. Na indústria de celulose, as escalas ótimas das plantas vêm crescendo, sendo a capacidade instalada da empresa Veracel, inaugurada em 2005 no sul da Bahia, de 900.000 ton/ano. A indústria de papel também é um segmento bastante importante, pois é em função das condições de seu mercado que as empresas determinam seus respectivos graus de verticalização.

Os projetos de expansão das empresas incluem, também, além da incorporação de ganhos de escala, a modernização tecnológica de processos (atualização de equipamentos, desenvolvimento de novos processos e automação industrial) e a melhoria ambiental, por meio de investimentos nas etapas de branqueamento evitando restrições de acesso aos produtos brasileiros nos principais mercados consumidores e também nas pesquisas em genômica e biotecnologia.

Com relação ao setor de papel, no qual é maior a heterogeneidade, diversos médios e pequenos produtores estão ameaçados de exclusão do mercado, na medida em que não atingem os requisitos mais rígidos de qualidade exigidos pelos equipamentos gráficos mais modernos (MDIC, sem data). Segundo o estudo do MDIC as empresas líderes nacionais estão em condições de aumentar a presença nos mercados de especialidades, para o que dispõem de tecnologia e qualidade e o direcionamento da produção de máquinas menores e/ou plantas não-integradas para linhas de maior valor agregado e conteúdo tecnológico (especialidades definidas por variações de fibras, *fillers*, cores e tratamento superficial no papel) é uma alternativa complementar importante. Para as empresas de menor porte apresenta-se o desafio competitivo urgente de modernização, investimento em equipamentos de controle ambiental e especialização em nichos de produtos mais promissores. Para superar a não integração com a base florestal, pode-se enfatizar ainda o uso da reciclagem.

Também a manutenção de superávits no mercado de *commodities* passa a exigir das empresas, estratégias comerciais mais ativas e a inserção no comércio internacional de produtos de maior valor agregado requer capacitações específicas e substanciais esforços tecnológicos e, nesses casos, é necessário promover reestruturações industriais ou patrimoniais visando à integração produtiva, aumento do porte empresarial e, quando possível, a internacionalização das empresas brasileiras.

Um trabalho realizado por Fonseca *et al.* (2003) aponta que o setor de papel e celulose possui vários pontos positivos no país, como: domínio tecnológico na área florestal; alta produtividade na produção de fibras curtas de eucalipto e longas, de *pinus*; escalas técnicas de produção adequadas; padrões elevados de conformidade ambiental (florestas plantadas com manejo adequado; processos industriais condizentes com os requisitos de ausência de cloro molecular); capacitação tecnológica satisfatória na operação dos processos industriais; estratégias tecnológicas de vanguarda em matéria florestal; razoável capacidade de diferenciação e de aperfeiçoamento de produtos diversos nas áreas de papel. No entanto, ainda apresenta alguns gargalos e pontos de vulnerabilidade e/ou de dificuldade para a sustentação da trajetória de desenvolvimento em bases competitivas. Dentre esses, incluem-se: ausência de uma política de suporte à expansão continuada da base florestal considerando-se, que no caso brasileiro, a integração para trás obriga as empresas a efetuarem pesadas imobilizações em terras e em florestas plantadas, com custos de capital relativamente elevados; escalas empresariais

relativamente modestas dos principais grupos integrados quando comparados às empresas líderes internacionais que experimentaram um marcante processo de fusões e aquisições ao longo da década de 1990⁴⁹; heterogeneidade da estrutura empresarial no setor de papel, com a convivência de empresas líderes rentáveis e eficientes com empresas menos eficientes e menos rentáveis.

Para o período de 2003 – 2012, foi elaborado um Programa de Investimento do Setor Brasileiro de Celulose e Papel, estimado em US\$14,4 bilhões, a fim de ampliar sua atuação produtiva, duplicando as exportações de celulose, manter a participação do Brasil no mercado internacional de papel, ampliar as áreas de florestas plantadas, hoje suficientes apenas para atender as indústrias já instaladas, suprir plenamente a demanda interna e reduzir as importações de papel, ampliar a capacidade industrial e criar novas oportunidades de trabalho (Bracelpa: www.bracelpa.org.br/br/anual/perfil2006.pdf)

1.5. Comentários finais

As discussões teórico-conceituais da abordagem evolucionista, apresentadas no item 1.1., colocam uma visão interessante e coerente de como ocorre o processo de inovação nos diferentes setores industriais e oferecem uma base bastante importante para compreender suas estratégias de concorrência, ou seja, como diversificam suas atividades de modo a gerar assimetrias que os tornem mais competitivos.

Essas estratégias podem ser consideradas reflexos a fatores externos (políticos, sociais, econômicos, científicos e tecnológicos), mas em grande parte nascem das competências e capacitações internas geradas pelo conhecimento acumulado ao longo de sua história, dos arranjos organizacionais estabelecidos na busca por inovações e do ambiente competitivo que caracteriza o mercado em que as empresas atuam. É, portanto, um processo dinâmico e evolutivo.

⁴⁹ O trabalho de Fonseca *et al.* (2003) aponta que apenas em 1998 ocorreram 17 fusões, com valores acima de US\$ 70 milhões, na América do Norte, sendo o auge deste processo a fusão da Stora (Finlândia) com a Enso (Suécia), o que resultou no maior complexo industrial de celulose e papel do mundo, com capacidade para produzir 13 milhões de toneladas por ano, desbancando a, até então maior produtora, International Paper, que apresentava capacidade de 10 milhões de toneladas. Também as plantas européias de produção de papel operam com escalas muito maiores do que as fábricas brasileiras e latino-americanas. O maior produtor mundial de papel, a Stora, na Escandinávia, produz cerca de 12 milhões de toneladas de papel enquanto as 220 empresas papeleiras brasileiras produzem, em conjunto um pouco mais de 7 milhões de toneladas. Consequentemente, as disparidades também se revelam em termos de faturamento e vendas e a capacidade de produção dos maiores fabricantes internacionais é várias vezes maior do que a dos fabricantes de celulose de mercado no Brasil. Uma das conseqüências deste processo é o aumento do grau de concentração técnica da produção.

O que se observa é que a eficiência dinâmica nos diferentes setores industriais não está somente na aquisição de máquinas e equipamentos que permitem a incorporação de novas tecnologias e o acúmulo de *know-how* operacional, mas ao contrário, depende fortemente da capacidade das empresas de gerar e administrar mudanças internas, baseadas principalmente nas suas capacitações e competências, que não estão necessariamente incorporadas em bens de capital e *know-how* tecnológico. Nesse sentido, as assimetrias passam a ser a base para a competição tanto no mercado interno quanto externo e o processo competitivo volta-se cada vez mais para a busca de inovações tecnológicas, seja pela oferta de produtos diferenciados, seja na alteração de processos produtivos na busca de redução de custos e/ou aprimoramento da qualidade.

De um modo geral, os evolucionistas procuram mostrar que o “saber-fazer” das empresas vai sendo aperfeiçoado e vai se acumulando ao longo do tempo, transformando-se em rotinas sobre as quais elas constroem sua capacitação e competência tecnológicas, numa dinâmica contínua que rompe rotinas antigas e constrói rotinas novas mais competitivas.

Os elementos da abordagem evolucionista mostram, também, uma sinergia com os conceitos de cadeia produtiva/inovativa e os custos de transação. E isso decorre do fato de que as inovações tecnológicas são fatores determinantes de mudanças nos mecanismos de governança e, conseqüentemente, nos custos de transação associados.

Se as cadeias produtivas são um conjunto de etapas, nas quais diferentes insumos são transformados e transferidos entre os segmentos que as compõem, então a maior ou menor integração e coordenação entre as atividades permite verificar os movimentos concorrenciais dos diferentes setores industriais.

Assim, quando analisamos os setores de cacau e chocolate e de papel e celulose, fica clara a diferença de suas trajetórias tecnológicas e principalmente organizacionais, que têm uma influência significativa em suas atividades inovativas.

No caso do cacau e chocolate, a heterogeneidade e a desarticulação dos segmentos que compõem sua cadeia produtiva, e a grave crise por que passa a lavoura cacaueira, acaba por dificultar uma reestruturação efetiva do setor. Assim, a promoção de mudanças estratégicas poderá consolidar-se mediante uma reorganização desta atividade, que permita manter níveis de qualidade, custo e produtividade compatíveis com o ambiente mercadológico instável que é o do cacau e derivados. A sobrevivência da cacauicultura no país, notadamente no Estado da Bahia,

como uma atividade organizada e competitiva depende de um aprendizado coletivo e que envolve não somente mudanças na base técnico-econômica desta cadeia, mas também no reordenamento do seu ambiente político-institucional, promovendo a construção de um empresariado agrícola com um novo perfil, novos mecanismos de financiamento, novas formas de intervenção que sustentem a geração de inovações tecnológicas e concorram para reduzir os riscos de investimentos com tecnologias mais avançadas de processos e produtos.

As tendências vistas como alternativas à superação da crise, seja na estratégia de renovação genética executada pelo Instituto Biofábrica do Cacau e a Ceplac, seja na estratégia genômica como é o caso do projeto vassoura de bruxa, assim como uma nova consciência crítica que vem se observando entre os produtores e instituições ligadas à lavoura do cacau, permite considerar que está em curso um amplo processo de reestruturação setorial que contribuirá para tornar a cacauicultura brasileira mais integrada verticalmente, mais diversificada em relação a produtos e sub-produtos e, conseqüentemente, mais eficiente e competitiva.

Também pela importância do segmento produtor para a indústria de transformação, considera-se imprescindível estabelecer canais de cooperação, estratégias de intercâmbio político e harmonização de interesses, visando a uma aproximação entre as indústrias processadoras, o produtor e as entidades de pesquisa e extensão rural do setor cacauzeiro, os agentes financeiros e o governo para auxiliar os rumos dessa retomada da produção. Nos últimos meses, conforme informações na Lista do Cacau, já se observa um movimento promissor nessa direção, principalmente pelo apoio da associação ligada à indústria processadora, que vem participando mais ativamente das discussões dos problemas mais emergentes que atingem a lavoura cacauzeira, a exemplo da Mars e Cargill Agrícola. Essa indústria vem sendo representada junto à Câmara Setorial do Cacau, na qual participam representantes do segmento produtor, associações ligadas à lavoura, governos federal e estadual e agentes financeiros, e vem auxiliando os debates e as reflexões para a cacauicultura baiana, tendo um papel fundamental ao apoiar a concepção, formulação e execução de políticas voltadas para o fortalecimento, estabelecimento de estratégias de controle da vassoura de bruxa, garantindo assim o aumento da produtividade e a rentabilidade do setor.

Com relação à indústria chocolateira, esta ainda se constitui no grande ator ausente da cadeia, principalmente porque com a desnacionalização das indústrias de chocolate, o setor volta-se cada vez mais ao estabelecimento de estratégias de marketing e de diferenciação de produtos

visando ampliar os mercados e conquistar novos consumidores, mostrando-se descomprometido com o processo de reorganização do setor.

No setor de papel e celulose, o que se observa é que existe um forte direcionamento para aumentar as vantagens competitivas do Brasil, notadamente no setor florestal e de celulose, que irão repercutir satisfatoriamente no segmento voltado à produção de papel. São grandes empresas, integradas verticalmente, possuem um aparato político-institucional forte e dinâmico, o que favorece o crescimento do setor e a geração de riquezas. Preocupadas desde o início com o desenvolvimento de pesquisas voltadas ao aumento da produtividade do eucalipto e qualidade da madeira, dentre outras, as empresas do setor vêm mobilizando cada vez mais recursos para manter as vantagens frente aos concorrentes. Assim é que arranjos cooperativos podem contribuir de forma mais eficiente na geração de resultados e inovações tecnológicas, como é esperado no caso do projeto *Genolyptus*.

A abordagem conceitual discutida nesse capítulo permite compreender as estratégias de concorrências dos setores de cacau e chocolate e de papel e celulose e porque elas têm influência nos diferentes arranjos de cooperação que serão objeto de análise dessa dissertação. Assim, para identificar os aspectos mais interessantes e importantes para a compreensão da formulação, estruturação e evolução das redes genômicas da Vassoura de Bruxa e do Genolyptus, os Quadros 1.2, 1.3 e 1.4. do Anexo I sintetizam as principais características das culturas de cacau e de eucalipto, os setores industriais de cacau e chocolate e de papel e celulose, assim como as suas cadeias produtivas e inovativas.

A inovação não é um evento isolado, mas decorrente do acúmulo de conhecimentos e de arranjos institucionais que resultem em produtos competitivos no mercado. É um processo interativo, que depende do contato com outros atores de forma consistente e planejada. Essa interação entre diferentes instituições pode permitir uma grande eficácia no processo de geração de conhecimento e aumento de competitividade, e essa eficácia se reflete em produtos inovadores frente aos concorrentes, ou novos produtos para novos mercados.

Diferentes ambientes competitivos e de inovação requerem diferentes arranjos organizacionais e a busca pela inovação consiste na melhor combinação possível entre as características organizacionais de um setor específico e das capacitações já existentes e o tipo de resultado que se deseja atingir.

O capítulo 2, a seguir, auxilia nessa direção ao abordar como o processo de inovação tecnológica frente às novas e dinâmicas exigências concorrenciais, vem exigindo cada vez mais a formação de arranjos de cooperação entre diferentes atores, como as redes de pesquisa. A partir daí, podemos analisar como foram configuradas as redes genômicas da Vassoura de Bruxa e do *Genolyptus*.

CAPÍTULO 2. ORGANIZAÇÃO DA PESQUISA E DA INOVAÇÃO – REDES TÉCNICO-CIENTÍFICAS

Esse capítulo tem como objetivo abordar os aspectos teóricos e conceituais que subsidiam as discussões sobre as novas formas de organização da pesquisa científica e tecnológica, particularmente as redes de pesquisa. Procurar-se-á demonstrar porque as redes consistem simultaneamente em um arranjo institucional bastante adequado para a pesquisa em genômica – no caso os projetos genomas da Vassoura de Bruxa e do *Genolyptus* -, e um aparato metodológico pertinente para a análise e caracterização da dinâmica tecnológica em setores industriais distintos, como o são o de cacau e chocolate e de papel e celulose.

A primeira parte deste capítulo discute a organização da pesquisa em redes, baseada principalmente nas contribuições de Michel Callon, e fornece subsídios para avaliar a emergência e a configuração das redes genômicas, contribuindo para explicar as diferenças encontradas entre elas. Também é amparada por outras abordagens específicas da literatura que procuram entender como ocorrem as interações entre empresas e outras organizações e instituições na geração de inovações.

Baseando-se nessas contribuições, procura-se identificar, em seguida, os principais elementos que levam ao desenvolvimento de projetos cooperativos envolvendo temáticas relativas à pesquisa básica, à pesquisa aplicada e ao desenvolvimento tecnológico, num processo interativo e dinâmico, e ao mesmo tempo concluir porque os arranjos em redes são hoje uma forma interessante de organização da pesquisa científica e tecnológica.

Finalmente, apresenta-se a evolução das ciências biológicas até a era genômica, procurando mostrar como o maior conhecimento das características do DNA e os avanços da bioinformática têm contribuído para o atual cenário científico na área de biologia molecular e genética, que se constitui na organização de redes de pesquisa genômica. Assim sendo, as contribuições teórico-conceituais apresentadas no item 2.1 a seguir, somadas aos instrumentos da abordagem evolucionista e das cadeias produtivas e inovativas discutidos no capítulo anterior, que juntos agregam elementos essenciais à análise da dinâmica de novos arranjos institucionais voltados a atividades de pesquisa científica e tecnológica e à geração de inovações, são as bases para uma discussão das redes genômicas: o que são, como são constituídas, sua dinâmica e

funcionamento, sua importância como geradora de conhecimento e inovações, dentre outros, procurando demonstrar porque esse tipo de arranjo é hoje predominante nessa área.

Os itens 2.2. e 2.3. discutem a evolução da biologia até a era genômica e o desenvolvimento da pesquisa em genômica no Brasil, respectivamente.

2.1. Formas de organização da pesquisa e da inovação: o conceito de redes de pesquisa

As formas de organização da pesquisa e da inovação vêm se modificando significativamente nas últimas décadas, devido a uma verdadeira revolução nas áreas científicas e tecnológicas e que vem influenciando os padrões de concorrência de diversos setores industriais.

Com o processo de globalização das economias e dos mercados, o acirramento da competição entre empresas e países vem se acentuando na medida e na velocidade em que se transformam os processos produtivos e os produtos, tornando rapidamente ultrapassados aqueles que não se adaptam às mudanças. Esse processo tem implicações evidentes sobre a forma de se fazer ciência, tecnologia e inovação, pelo fato de que os padrões concorrenciais alteram-se profundamente, sendo a inovação, neste contexto, um elemento central (Salles *et al.*, 2000). A capacidade da empresa em produzir inovações tornou-se fator condicionante para sua sobrevivência, ao possibilitar o aumento de sua competitividade nos mercados locais e internacionais e, por essa razão, o acesso a uma ampla base de informações científicas e tecnológicas passou a ser uma necessidade vital. Assim, a participação em arranjos de colaboração, como as redes de pesquisa, tem uma importância crítica para que o processo de inovação ocorra de forma efetiva e particularmente para prover um acesso mais rápido às capacitações tecnológicas.

A complexidade do processo de desenvolvimento da ciência e tecnologia ensejou várias tentativas de explicação das relações dinâmicas entre o avanço do conhecimento científico, o desenvolvimento de aplicações tecnológicas, a implementação das inovações e o avanço das sociedades capitalistas.

Uma delas foi o Relatório *Science - the Endless Frontier*, elaborado por Vannevar Bush em 1945, o qual estabeleceu um novo eixo orientador da política científica e tecnológica que, ao final da década de 1950, foi adotado pela maioria dos países industrializados e ao mesmo tempo difundiu uma concepção da dinâmica da inovação que ficou conhecida como “modelo linear de inovação”. O Relatório enfatizava, especialmente, a importância da pesquisa básica executada

sem preocupação com aplicações práticas e financiada pelo Governo, a qual seria, num segundo momento, a promotora da pesquisa aplicada e posteriormente do desenvolvimento experimental. Segundo o modelo, a pesquisa básica, ao gerar novos conhecimentos, levaria natural e automaticamente ao desenvolvimento tecnológico e à produção industrial gerando, portanto, o progresso sócio-econômico. Transformou-se no documento marco que deu início à política científica, uma vez que a partir dele os governos começaram a articular políticas públicas em relação à ciência.

No modelo linear, as atividades em pesquisa básica, pesquisa aplicada e desenvolvimento apresentam uma sequência lógica de etapas. Pesquisa básica seria aquela direcionada para o avanço do conhecimento sem a preocupação com fins práticos; a pesquisa aplicada seria dirigida para a aplicação prática do conhecimento, ou seja, converteria as descobertas da pesquisa básica em inovações tecnológicas voltadas para as necessidades da sociedade, e a atividade de desenvolvimento se resumiria no uso sistemático do conhecimento científico dirigido para a produção de materiais úteis, sistemas ou métodos, incluindo o desenho e o desenvolvimento de protótipos e processos. Ou seja, a pesquisa científica seria a fonte de novas tecnologias, a mudança técnica seria obtida a partir de uma sequência bem definida de etapas, na qual os novos conhecimentos, geralmente baseados na pesquisa científica básica, levariam a processos de invenção que seriam seguidos por atividades de pesquisa aplicada e desenvolvimento tecnológico resultando, ao final da cadeia, em inovação, ou seja, na introdução de novos produtos e processos comercializáveis (Sirilli, 1988).

No entanto, esse modelo linear e seqüencial apresenta uma separação entre ciência e tecnologia, como se fossem práticas estanques. Visto dessa forma, “conhecimento” e “uso” seriam objetivos conflitantes; pesquisa básica e aplicada seriam categorias distintas e excludentes. Mas, não é dessa forma, separada e estática, que essas atividades ocorrem na realidade.

A constatação de que investimentos em pesquisa básica não levariam automaticamente ao desenvolvimento tecnológico, nem ao sucesso econômico do uso da tecnologia e de que nada estaria garantido apenas pela invenção de novas técnicas, deixou evidentes as limitações do modelo linear, reforçando a emergência de novas abordagens e modelos para as inter-relações entre ciência, tecnologia e inovação.

A partir da década de 1980, particularmente após o estudo de Kline & Rosenberg (1986), começa a ser disseminado o modelo interativo do processo de inovação (*chain-linked model* ou modelo de elo de cadeia). Para Kline e Rosenberg, o processo de geração e difusão tecnológica abrange as atividades de seleção e informação, transferência, absorção e aprimoramento, no qual as etapas de trabalho não são necessariamente seqüenciais ou de progressão claramente definida. Ao contrário, é um modelo dinâmico e interativo, no qual a inovação é uma atividade diversificada e aperfeiçoa o fluxo de informação criando uma relação de interdependência e cooperação entre as diferentes atividades da empresa, como a pesquisa e desenvolvimento, engenharia, estudos de marketing e consumidores, administração, design de produtos e processos, produção industrial, distribuição, fornecedores de equipamentos e matérias-primas, vendas etc. A pesquisa deixa de ocupar o primeiro lugar no processo de inovação e se constitui como um elemento a mais na cadeia, de modo que a disponibilidade de recursos humanos multidisciplinares e qualificados, ou de uma infra-estrutura bem desenvolvida de instituições financeiras e de comunicações, assim como um sistema eficaz de difusão de conhecimentos, entre outros, pode ter a mesma importância no processo de inovação que a pesquisa.

Assim, essa nova percepção do processo de inovação, com interações fortes e eficazes entre ciência, tecnologia, consumidores e mercado, tem importantes implicações, pois dá à empresa e à sua base de conhecimentos e aplicações um papel central, e as políticas de CT&I inspiradas nesse modelo enfatizam o apoio ao fortalecimento da capacitação tecnológica das empresas e suas relações com as universidades e institutos de pesquisa. Passou-se a perceber que descobertas científicas ocorrem com frequência no contexto da aplicação, que não existe uma distinção precisa entre a pesquisa básica e a aplicada, e que o conhecimento tácito e os avanços incrementais são mais importantes do que descobertas e inovações científicas isoladas.

Com base nessas concepções, Stokes (1997) enfatiza que o desenvolvimento científico não é linear e que deve ser “*estratégico, contemplando a possibilidade de uma pesquisa duplamente orientada para aplicação, buscando o entendimento fundamental dos processos e eventos, somada à produção do uso eficiente dos resultados para obtenção de benefícios econômicos e sociais*”.

Stokes insere as atividades de pesquisa, seja “básica” ou “aplicada”, entre duas coordenadas: um dos eixos avalia o avanço do conhecimento fundamental que a pesquisa propicia e o outro avalia a aplicação que dela decorre. O autor projetou tais eixos num gráfico,

com quatro quadrantes, homenageando o tipo predominante de contribuição científica ou tecnológica dada por personagens fundamentais na história do progresso técnico da humanidade. Assim, uma pesquisa pode, ao mesmo tempo, contribuir significativamente para o avanço do conhecimento e apresentar grandes perspectivas e relevância para aplicações práticas e imediatas. É o chamado quadrante de (Louis) Pasteur, o qual está associado à pesquisa que se costuma chamar hoje em dia de “pesquisa estratégica”, na qual podemos incluir os projetos genomas, que contemplam uma dupla intencionalidade, ou seja, buscar o conhecimento básico para determinadas questões e promover o uso eficiente dos seus resultados para a obtenção de inovações tecnológicas que tragam benefícios econômicos e sociais. No quadrante de (Niels) Bohr está projetada a pesquisa básica com o objetivo de avançar o conhecimento, sem nenhuma aplicação imediata, e no quadrante de (Thomas) Edison está a pesquisa aplicada visando ao desenvolvimento tecnológico. Realmente, um dos aspectos centrais das novas áreas de conhecimento como a genômica, por exemplo, reside no fato de que elas definem seus objetivos de pesquisa em função da solução de problemas e de aplicações biotecnológicas que se colocam fora dos limites das disciplinas científicas e em contextos de aplicação – como no quadrante de Pasteur.

Nessa mesma direção, Gibbons *et al.* (1994) buscaram compreender as mudanças ocorridas nas formas de produção do conhecimento, caracterizando um novo modo de produção do conhecimento científico, ao qual denominaram Modo 2 ou *socialmente construído*, que em contraste com o modo acadêmico tradicional (Modo 1), mais homogêneo, disciplinar, hierárquico e estático, demonstra que a pesquisa científica deve ser reformulada em direção a um conceito aberto de transdisciplinaridade, heterogeneidade, reflexividade⁵⁰ e desenvolvida para a solução de problemas em um determinado contexto de aplicação.

Ainda segundo Gibbons *et al.* (1994), em um novo modo de produção do conhecimento socialmente distribuído os problemas são formulados e a pesquisa se desenvolve em um contexto voltado para a solução de problemas, envolvendo uma complexa interação entre especialistas, usuários e financiadores.

⁵⁰ A reflexividade indica que os pesquisadores se preocupam e são responsáveis pelas implicações não científicas do seu trabalho, ou seja, proporciona acesso de todos os participantes da pesquisa a questões relativas aos impactos ambiental, social e ético do produto ou resultado da mesma (Gibbons *et al.*, 1994).

É uma nova fase de criação de conhecimento, com uma conexão muito forte entre ciência e tecnologia e na qual a inovação será o produto da interação de uma grande variedade de organizações e instituições, incluindo empresas multinacionais, redes de empresas, empresas menores de alta tecnologia, instituições do governo, universidades, institutos e laboratórios de pesquisa, assim como programas de pesquisas nacionais e internacionais.

No Modo 2, descoberta, aplicação e uso estão cada vez mais conectados e relacionados. O conhecimento tem um papel dinâmico, uma vez que novos conceitos, métodos e instrumentos são continuamente criados levando a novas competências e *know-how*, crescimento de novas especialidades e um aumento na divisão do trabalho, dado que vários atores trabalham complementarmente, integrados em um mesmo objetivo. Novas tecnologias são uma condição necessária, mas não suficiente para o sucesso inovativo e muitas delas dependem do conhecimento especializado para desenvolver tecnologias nas direções ditadas pelas forças concorrenciais em diversos setores. Em decorrência disso, muitas empresas se envolvem em arranjos cooperativos mais flexíveis, não-hierárquicos e transitórios com a participação das universidades, do governo e de outras empresas. Ou seja, a busca de competitividade no mundo globalizado atual é uma das condições de emergência do novo modo de produção do conhecimento situada num contexto de aplicação, no sentido que desenvolve pesquisas a partir da necessidade de resolver problemas práticos ou de atender demandas econômicas ou sociais e não apenas num contexto acadêmico orientado por interesses da comunidade científica.

No entanto, a adoção desse novo modo de produção de conhecimento não implica necessariamente na substituição do Modo 1, uma vez que eles podem se desenvolver simultaneamente dando margem à realização de pesquisas básicas, ao mesmo tempo em que são estimuladas pesquisas aplicadas e desenvolvimento de inovações tecnológicas; só que esses processos cada vez mais não se realizam separadamente e, nesse contexto, a organização em forma de redes parece ser a alternativa mais interessante. Ou melhor, na concepção de Kline & Rosenberg, a pesquisa deixa de ocupar o primeiro lugar no processo de inovação e se constitui como um elemento a mais na cadeia.

Também, em muitos casos, a pesquisa *in-house* não é suficiente para fazer face à concorrência, e dessa forma as empresas devem buscar interações com universidades, órgãos governamentais e outras empresas para o desenvolvimento de inovações tecnológicas, além de ampliar suas competências e habilidades com essa interação. É o caso do projeto *Genolyptus*, no

qual empresas do setor de celulose e papel buscam na pesquisa acadêmica reforços para a criação de competências na área genômica, criando um diferencial que promova uma maior competitividade frente a seus concorrentes.

Com base nessas novas concepções de organização da pesquisa científica e tecnológica, interativa e com *feedbacks* constantes, transdisciplinar e direcionada à aplicação e uso, discute-se os arranjos organizacionais via redes de pesquisa.

O conceito de redes vem ocupando um lugar de destaque em diversos campos do conhecimento, e sua constituição tornou-se uma característica marcante ao final dos anos 70 e início dos 80 do século XX, quando se observou a emergência de uma densa rede de relações cooperativas entre vários tipos de instituições, tais como grandes empresas, universidades, institutos de pesquisa, agências de fomento. O interesse se originou primeiro pela emergência de novas formas de gestão dos recursos tecnológicos e produtivos das empresas em geral, que destacavam elementos como as ligações horizontais e entre as firmas; segundo pelo surgimento de novas tecnologias, como biotecnologia, informática ou telecomunicações, que tanto tornaram possível quanto exigiram arranjos menos rígidos das estruturas organizacionais como forma de abrigar em um mesmo projeto, especialistas de diferentes áreas pertencentes a diferentes instituições; e o terceiro elemento foi a própria maturação da análise de redes como disciplina acadêmica, conferindo-lhe maior legitimidade e contribuindo para sua difusão (Nohria, 1992). Pode-se ainda identificar como fatores de estímulo à formação de redes o aumento crescente dos custos de pesquisa e desenvolvimento e a diminuição dos recursos governamentais para a pesquisa (OCDE, 1992; Callon, 1992; Leydesdorff e Etzkowitz, 1997).

Com um arranjo em redes, o processo de geração e difusão de inovações é mais facilmente viabilizado, dado que comporta a presença de diversos atores, que possuem competências e habilidades distintas, implicando em um conjunto muito grande de experiências decorrente dos processos de aprendizagem tecnológica e da complementariedade de ativos (Teece, 1986), aproveitando as capacidades acumuladas das instituições participantes. Além disso, os arranjos em rede permitem aproveitar economias de escala em P&D e dividir riscos inerentes aos processos tecnológicos, reduzem os custos da informação, possibilitam maior flexibilidade, permitem o estabelecimento de acordos sobre trajetórias tecnológicas e reduzem a duplicidade de pesquisas, diminuindo assim os custos de transação.

A pesquisa em redes se caracteriza pela definição de uma área temática a ser explorada ou de um projeto específico visando produzir uma inovação ou resolver um problema tecnológico e que requeiram atividades de pesquisa básica, pesquisa aplicada, desenvolvimento experimental ou engenharia, objetivando produzir novos conhecimentos, executado de forma coletiva, reunindo instituições de pesquisa, universidades, empresas privadas e governo, que participam com recursos financeiros ou técnicos, custeando ou executando partes das tarefas, geralmente com contratos relativos ao acesso ao conhecimento gerado e à repartição dos benefícios. Muitas vezes, os resultados, as inovações, os desenvolvimentos tecnológicos ficam em nível pré-competitivo, o que permite a adesão ao empreendimento de empresas competidoras entre si (Longo e Oliveira, 2000).

Assim é que o conceito de redes enfatiza a ampliação da interlocução entre instituições que trabalham com CT&I. Esse aumento da interlocução destaca também a possibilidade de uma maior conexão entre ciência e tecnologia e sua aplicação, sua efetiva adoção nos mercados, visto que não há separação entre “fases”, mas uma colaboração entre atores visando à obtenção de produtos, processos, *design*, métodos e todas as formas de inovação (Mello, 2000).

Das contribuições para o entendimento de como funcionam as redes, sobressai a de Michel Callon na proposição e operacionalização do conceito de redes tecno-econômicas, cujos elementos serão úteis na análise das redes genômicas da Vassoura de Bruxa e do *Genolyptus*, permitindo apontar as diferenças quanto à sua organização, estrutura e conformação.

Para Callon (1992), na composição de uma rede, atores heterogêneos - laboratórios públicos e/ou privados, centros técnicos de pesquisa, empresas, universidades, usuários - participam coletivamente no desenvolvimento e difusão de inovações e, por meio de numerosas interações, organizam as relações entre a pesquisa técnico-científica e o mercado. A essa interação coordenada de atores heterogêneos, Callon dá o nome de redes tecno-econômicas. O instrumental de rede também contempla a atividade geradora de inovação por meio de vários intermediários, componentes da rede que circulam livremente entre os atores, e que são os documentos (artigos científicos, relatórios, patentes, etc.), competências incorporadas, indivíduos que participam de pesquisa de cunho científico ou desempenham funções empresariais, mecanismos legais de contratação de pesquisa de base científica ou tecnológica, programas de capacitação de recursos humanos que elevam o potencial de geração de inovação, ou instrumentos técnicos como protótipos, máquinas, produtos destinados para consumo.

Essas redes heterogêneas vêm introduzindo modalidades de organização e regulação novas e muito diferentes daquelas do modelo centralizado em uma única instituição, apresentando uma grande diversidade originada da variedade de atores, da heterogeneidade dos intermediários e da multiplicidade das possíveis interações entre eles. É interessante observar que o arranjo em redes dos projetos genomas da Vassoura de Bruxa e do *Genolyptus* é muito diferente daquele até recentemente encontrado nesses setores. No caso do cacau, as pesquisas eram executadas por uma única instituição, a Ceplac, havendo fraca interação com outros grupos, como universidades e empresas do setor. No caso do eucalipto, as pesquisas eram voltadas a problemas internos da empresa, sendo a interação com universidades e institutos de pesquisa pontual e direcionada a problemas específicos, cuja solução requeria competência técnica e científica externa.

Os atores de uma rede podem ser definidos como qualquer entidade capaz de transformar e de criar, por meio de combinações, um conjunto de intermediários, sendo este o elemento que passa de um ator para outro, constituindo a forma de relação entre os mesmos. A maior diferença entre atores e intermediários é que cabe ao ator um papel ativo no âmbito da rede, enquanto que o intermediário adquire uma feição passiva no que tange à capacidade de transformação e criação de novos elementos, os próprios intermediários (Valle, 2002).

Segundo Callon (1992), as redes estão organizadas em torno de três pólos que podem ser distinguidos ou pela identidade dos atores que as constituem ou pelo tipo de intermediários que os atores colocam em circulação: o pólo científico, voltado à produção do conhecimento científico reconhecido pela comunidade acadêmica, e constituído por cientistas e pesquisadores de universidades e centros de pesquisa pública ou privada; o pólo técnico, onde prevalecem os engenheiros e tecnólogos, caracterizado pela concepção e desenvolvimento de tecnologias particulares, voltados para a realização de funções pré-determinadas, diretamente associadas à atividade industrial e com um papel central no processo de inovação, e cujos intermediários são patentes, protótipos, testes, normas, regras e métodos; e o pólo de mercado, que corresponde ao universo de potenciais usuários das inovações, os quais possuem uma forma organizacional e um perfil particular de preferências.

Valle (2002) propôs a criação de um pólo de financiamento, caracterizado pelo desenvolvimento de mecanismos de apoio e fomento das atividades de inovação, e que se dedica a expor as fontes públicas e privadas que exercem papel relevante não apenas no fomento a uma

determinada rede, mas também na sinalização de trajetórias de pesquisa e na atividade de prospecção. Essa proposição nos parece pertinente, dado que o governo ainda é o principal agente financiador da pesquisa em redes, notadamente a genômica, sendo que os principais intermediários colocados em circulação por este pólo são o dinheiro e informações vinculadas à concepção, planejamento e gestão das atividades de pesquisa. Mesmo no caso do projeto *Genolyptus*, como veremos no capítulo 3, ainda é o Governo que financia a maior parte da pesquisa, com 70% dos recursos, ficando os 30% restantes com as empresas privadas participantes dessa rede.

Dado o caráter interativo e dinâmico das redes de pesquisa, o pólo científico não se localiza apenas nos centros acadêmicos universitários ou dos institutos de pesquisa, mas pode também estar representado em qualquer atividade de P&D empresarial. O mesmo vale para os outros dois pólos.

Por serem heterogêneos, os atores que compõem uma determinada rede apresentam conhecimentos e competências distintas e também são dotados de uma linguagem própria, ou seja, maneiras diferentes de transmitir seus intermediários e interpretar o que lhes é transmitido pelos outros atores. Assim, essas informações devem ser traduzidas e, quanto melhor o processo de tradução mais informações coerentes serão partilhadas acarretando maior benefício para os atores e o funcionamento mais eficaz da rede. Por essa razão, as redes podem apresentar pólos de intermediação ou de transferência de C&T, que consistem na tradução de informações do pólo científico para o tecnológico, e pólo de desenvolvimento, intermediando as atividades de produção e distribuição que ligam tecnologia ao mercado (Callon, 1992).

As redes podem ser de diferentes categorias, dependendo dos objetivos de estudo e, a partir de alguns indicadores básicos, como por exemplo, patentes, publicações, entre outros, é possível caracterizar e compreender a dinâmica das redes estudadas. Podem, também, apresentar diversas conformações, destacando-se: redes incompletas ou encadeadas; dispersas ou convergentes; curtas ou longas (Callon *et al.*, 1995).

As redes são incompletas quando as funções de um ou mais pólos não estão presentes no interior da rede, ou o estão de forma não desenvolvida. Por outro lado, quando todos os atores e pólos estão presentes e fortemente estruturados, podemos dizer que a rede é encadeada.

Como os diferentes atores que não têm *a priori* que ser compatíveis uns com os outros podem trabalhar em conjunto e algumas vezes estabelecerem redes de longa duração? Segundo

Callon, a resposta a essa questão pode ser encontrada nos processos de convergência e irreversibilidade das redes tecno-econômicas.

A convergência em uma rede de pesquisa indica que há forte integração e comunicação entre os pólos, com uma tradução eficiente entre os atores. Isso pode ser observado quando, diante de algum problema vinculado à inovação, qualquer ator, independentemente de sua posição na rede (pesquisador, engenheiro, usuário, vendedor etc.), consegue mobilizar, sem grandes entraves, todos os demais atores para a correção do problema. Numa rede dispersa falta interatividade, dificultando o trabalho dos atores envolvidos, são instáveis, apresentam problemas e a geração de inovação é imprevisível. Também o grau, a intensidade e o comprometimento que os atores dedicam ao estabelecimento e cooperação da rede de pesquisa, levam à convergência. Caso não haja uma cooperação harmônica entre os diferentes atores, ou algum deles, podem ocorrer expressivos custos de transação inviabilizando a continuidade do arranjo⁵¹.

Convergência também implica em alto grau de alinhamento - fidelidade das traduções, que são aceitas sem contestação pelos atores - e coordenação que se traduz na existência de mecanismos ou regras que definem os caminhos a serem seguidos pelos diferentes atores e atividades, com um mínimo de traduções alternativas (Callon, 1992).

Segundo Callon, alto grau de convergência significa numerosas interações, que se materializam na forma de circulação de intermediários e da informação, emitidos de vários pontos da rede e de maneira não linear a outros pontos também emissores de informação. Esses intermediários coordenam e integram as atividades heterogêneas que compreendem a rede, e são essenciais para a participação colaborativa e mesmo para a avaliação de resultados e da pesquisa.

Quanto maior a convergência de uma rede, mais fortes e duradouras são as ligações entre os atores e, portanto, maior é a sua irreversibilidade. A irreversibilidade ocorre quando os atores têm objetivos precisos e os diferentes estágios da rede são conhecidos em cada ponto e em cada instante, as informações originadas das traduções são perfeitas (a rede é conhecida e previsível) e limitadas (não vão além da rede em questão). Incertezas, controvérsias e desinteresse são altamente improváveis⁵².

⁵¹ O fracasso de uma rede pode ter vários motivos: divergência de estratégias, incompatibilidade de ativos, emergência de práticas consideradas importantes, isto é, devido à assimetria informacional, ou mesmo à repartição dos benefícios advindos da atividade de pesquisa e inovação (Valle, 2002).

⁵² De acordo com Callon *et al.* (1995), as redes também apresentam um caráter de reversibilidade, ou seja, as redes se constituem com o objetivo de solucionar um problema específico e, uma vez cumprido os propósitos para os quais esta foi constituída, a mesma deixa de existir, submetendo-se ao processo de reversibilidade. Os atores desta rede

O conceito de convergência revela, também, as fronteiras de uma rede tecno-econômica e conduz à distinção entre redes longas e curtas. As redes longas incluem todas as fases de um processo de inovação, percorrendo desde a pesquisa básica até o usuário final, não importando o grau de interatividade ou convergência. As redes curtas não percorrem o caminho completo, incluem apenas as atividades de pesquisa básica ou pesquisa técnica que interagem com o mercado. As fronteiras de uma rede são importantes, porque a inclusão de um novo ator ou novos intermediários pode aumentar o número de traduções, diminuindo o grau de alinhamento e coordenação e, por consequência o grau de convergência. Assim, a entrada de novos atores numa rede já estabelecida deve ser analisada levando-se em consideração a possibilidade de surgimento de controvérsias nas traduções entre esses novos atores, e também a necessidade de formulação de novas regras de gestão e condução das atividades, que podem desestabilizar a rede, reduzindo o seu grau de convergência.

De uma maneira geral, as redes são criadas num processo de tentativa e erro, uma vez que é difícil identificar os atores certos e formular com precisão os problemas frente à convergência dessas redes. Assim, regras de coordenação bem definidas, que diminuam o número de traduções entre os atores, mantendo-os unidos dentro do seu objetivo, garantem a convergência e o sucesso de uma rede tecno-econômica.

Esses novos arranjos de cooperação, como as redes de pesquisa, envolvendo atores das esferas públicas e privadas remetem a uma discussão já antiga entre bens públicos e privados/pesquisa básica e aplicada, como forma de justificar uma divisão de tarefas entre as instituições públicas e privadas. E nesse contexto, a questão da apropriabilidade dos resultados ganha importância, uma vez que grande parte do desenvolvimento econômico (gerado pelo setor privado) é alcançada mediante a agregação de conhecimentos (gerado pelo setor público).

De um modo geral, há um eixo de pensamento que acorda que à pesquisa pública cabe produzir bens públicos e à pesquisa privada, bens privados, divisão altamente questionável. Um bem público possui os princípios da não-exclusão e não-rivalidade. Bens que estejam disponíveis igualmente para todos não apresentam rivalidade; bens cujos benefícios não podem ser apropriados através dos preços de mercado são não exclusivos (Salles-Filho *et al.*, 1999). Assim,

podem voltar a se agregar no futuro, mas tendo em vista um outro propósito específico, de modo que não se exclui a possibilidade de ocorrência de alterações no número, natureza e nos atores presentes, assim como nas formas pelas quais estes se organizam.

o conhecimento científico que é divulgado seria considerado um bem público. Salles (2004) argumenta que pensar que conhecimento científico é sempre um bem público é um equívoco que pode ter conseqüências desastrosas dos pontos de vista social e econômico, uma vez que embora as instituições públicas de pesquisa e a indústria privada tenham funções sociais diferentes, o conhecimento produzido por uma será utilizado pelo outra, de uma forma ou de outra. O fato de uma instituição de pesquisa (institutos públicos ou universidades) gerar conhecimento não significa que este deva estar disponível; conhecer e saber usar direitos de propriedade é uma obrigação das instituições, bem como conscientizar os geradores deste conhecimento quanto às ferramentas existentes e disponíveis de proteção do mesmo.

Para Callon (1994), além dos princípios de não-exclusão e não-rivalidade, o conhecimento científico é um bem durável, ou seja, não é destruído ou alterado pelo seu uso. Ao contrário, quanto mais o conhecimento científico é utilizado, de maior valor ele se torna, uma vez que quanto mais trabalhado mais este evolui. Também é incerto e possui alto risco, uma vez que é impossível prever seus resultados ou sua utilidade. Assim, na ausência de regras, o conhecimento científico é um bem durável, não-rival e difícil de ser apropriado, e em alguns casos, bastante incerto quanto ao seu resultado. Segundo esse autor, não há sentido em considerar que existe uma divisão de atividades entre os atores que desenvolvem bens públicos e os que desenvolvem bens privados, ou entre pesquisa básica e aplicada, uma vez que nem mesmo o conhecimento científico fundamental está isento de um certo grau de apropriabilidade e de presença de aprendizado. O caráter privado ou público da ciência depende de uma série de investimentos em instituições e recursos humanos e da relação entre conhecimento e tecnologia. Callon (1994) ressalta que as tecnologias geralmente possuem retornos crescentes, graças ao aprendizado e às externalidades, vantagens adquiridas que reforçam a trajetória inicial e criam irreversibilidades. Ou seja, as trajetórias tecnológicas dos diferentes setores industriais passam a ser construídas por "coletivos" formados por firmas, laboratórios de universidades e usuários, como é o caso das redes (Fuck, 2005).

Essa crescente importância da ciência na atual dinâmica concorrencial de diversos setores industriais traz à tona alguns aspectos que devem ser bem analisados no que tange à apropriação de novos conhecimentos. Um deles diz respeito ao estímulo contínuo para tornar público, conhecimentos e descobertas, pois isto assegura legitimidade para o trabalho do cientista, convencendo seus pares da sua importância em seminários, congressos ou periódicos

especializados. No entanto, a necessidade de geração de conhecimentos públicos se choca com os interesses do setor industrial, para o qual são essenciais a apropriação privada de conhecimentos e a adoção, quando necessária, de segredo industrial.

Assim, como tornar compatível esse estímulo com as restrições de acesso ao uso da informação tecnológica gerada no setor industrial, notadamente em projetos organizados em redes como as genômicas? Uma das formas é divulgando amplamente aos participantes os mecanismos legais existentes que podem ser utilizados pelos componentes da rede. Outra forma está na constituição de acordos prévios quanto ao uso e apropriação do conhecimento gerado, como ocorreu no caso do projeto *Genolyptus*. Desta forma, parte das tensões geradas com relação a este tema poderá ser amenizada.

Sabe-se que as empresas se concentram em inovações onde é possível uma maior apropriabilidade e vêm apostando nos resultados crescentes da P&D em áreas como a biologia molecular e a biotecnologia, por exemplo, com equipes capacitadas a desenvolver pesquisa básica (*in-house* e/ou em cooperação com instituições externas), para melhor entender, interpretar e compreender o conhecimento gerado. Isso indicará como e onde conduzir pesquisas de natureza mais aplicada, favorecendo a tomada de decisões, sendo essa capacitação também fundamental para avaliar os resultados das pesquisas aplicadas e perceber suas possíveis implicações (Fuck, 2005).

No caso específico da biologia molecular e da biotecnologia, o investimento em pesquisa básica pode ser bastante vantajoso, embora a longo prazo. A interação com outros atores, como pesquisadores de universidades e institutos de pesquisa dá acesso a uma ampla gama de informações científicas e tecnológicas que permite às empresas criarem novos conhecimentos e realça suas habilidades em assimilar e explorar conhecimentos e oportunidades externas para a geração de inovações. Portanto, a divisão entre pesquisa pública e pesquisa privada também perde poder para explicar a realidade atual dos projetos em redes, dado o caráter interativo dessa forma de organização da pesquisa, com *feedbacks* constantes entre os atores envolvidos, sendo que a contribuição da pesquisa básica para a resolução de problemas específicos da indústria, pode gerar resultados importantes e passíveis de apropriabilidade pelas partes.

Nesse caso, pesquisa pública e pesquisa privada são complementares, ou seja, as firmas privadas não necessariamente ficam com novas técnicas específicas e instituições públicas ficam com o conhecimento genérico, pois: a) grande parte do conhecimento genérico é criada junto com

o desenvolvimento de novas técnicas; b) para explorar as possibilidades práticas (e apropriáveis) do conhecimento genérico tem de se trabalhar frequentemente com ele, fazê-lo evoluir; e c) em tecnologias mais complexas, cientistas e engenheiros de corporações e de universidades e instituições públicas partilham dos mesmos canais de formação e informação (Freeman, 1987). Disso decorre que em muitos casos a pesquisa privada é também fonte para a pesquisa pública, sendo as fronteiras entre ambas, na maioria das vezes, pouco visíveis. O tipo de conhecimento que será realmente desenvolvido, assim como os seus desdobramentos são imprevisíveis, até porque dependentes de outros avanços paralelos que podem lhe conferir novo sentido e do contexto sócio-institucional no qual o conhecimento se desenvolve (Freeman, 1987).

A complexidade crescente do conhecimento - que vem exigindo a interação entre diferentes disciplinas e o compartilhamento de habilidades e competências distintas -, os altos custos, riscos e incertezas que permeiam o processo de inovação e o surgimento de novas trajetórias tecnológicas vêm influenciando a dinâmica atual do desenvolvimento científico e tecnológico e, dessa forma, a organização da pesquisa e da geração de inovações. Observa-se um crescimento de trabalho em redes, não somente como um arranjo voltado para a execução de atividades de pesquisa e inovação, mas também como um instrumento para a caracterização da dinâmica tecnológica e concorrencial de setores industriais à medida que este arranjo revela os atores, instituições e o desenho organizacional que estes imprimem na busca pela inovação e competitividade.

Todos esses elementos que fundamentam o conceito de redes tornam-se assim bastante relevantes na compreensão das redes de pesquisa genômicas, como veremos no próximo item.

2.2. Da descoberta do DNA às redes de pesquisa genômicas

A história das pesquisas genômicas mostra que esse conhecimento tem suas raízes em pesquisas de Gregor Mendel que, em 1866, ao estudar o cruzamento de sucessivas gerações de ervilhas descobriu os elementos hereditários conhecidos como genes. No entanto, seu trabalho foi ignorado por 34 anos. Somente em 1900 novas pesquisas foram realizadas e nas décadas seguintes os pesquisadores descobriram que os genes são feitos de DNA e que estes se compõem de quatro nucleotídeos – adenina, guanina, citosina e timina⁵³. Isso abriu o caminho para a

⁵³ O DNA é a sigla em inglês para ácido desoxirribonucleico, constituído pelas bases nitrogenadas adenina (A), timina (T), guanina (G) e citosina (C), sendo que adenina se parecia com timina e guanina com citosina. A sequência

histórica descoberta de dois cientistas, o inglês Frans Crick e o americano James Watson, que revolucionaria para sempre as ciências biológicas e daria novos rumos às pesquisas nessa área. Em 1953, num estudo de uma página publicada na revista Nature, esses cientistas conseguiram comprovar a estrutura helicoidal (dupla hélice) do DNA, molécula que sozinha carrega todas as informações necessárias para a formação dos seres vivos. A descoberta dos cientistas foi o fundamento para o conhecimento genético de qualquer organismo e, a partir daí, a biologia molecular se tornou, de fato, uma ciência que hoje possibilita o desenvolvimento de estudos em genômica⁵⁴, proteômica⁵⁵, metabolômica⁵⁶, transgenia⁵⁷ e a possibilidade da clonagem⁵⁸. Os trabalhos de seqüenciamento genético⁵⁹ começaram em 1984, quando foi criado o primeiro teste de identificação genética (DNA *fingerprinting*), e a partir daí podemos dizer que teve início uma nova era nas ciências biológicas - a da genômica.

Na verdade, o primeiro passo para o desenvolvimento dos projetos genoma foi dado em 1985, quando foram realizadas as primeiras reuniões para seqüenciar todo o genoma humano visando obter um catálogo completo de cada gene. Após 5 anos, em 1990, nascia nos Estados Unidos uma proposta de mapeamento e seqüenciamento de forma sistemática sustentada basicamente pelo National Institutes of Health (NIH) e Departamento de Energia (DOE), dando início formalmente ao Projeto Genoma Humano, com duração prevista de 15 anos, e formado por um consórcio internacional entre Estados Unidos, Japão e Europa. Ao mesmo tempo, uma empresa privada dos EUA, a Celera, também tornava público que estava investindo no seqüenciamento do genoma humano, antecipando seu término para 2001. Em junho de 2000, o

dessas bases (ou letras) é que determina o código genético. O DNA está presente em todas as células contendo as correspondentes informações genéticas, que contém todas as instruções para a formação de um organismo vivo, o chamado código genético (Retirado de: <http://www.cib.org.br>, em 28/02/2006).

⁵⁴ Genômica - ciência que estuda o genoma dos organismos a partir de seu seqüenciamento, com vistas a entender sua estrutura, organização e função. (Retirado de <http://www.cib.org.br/glossario> em 28/02/2006)

⁵⁵ Proteômica - estudo das proteínas de determinada espécie com base nos projetos genoma e genoma funcional. (Retirado de <http://www.cib.org.br/glossario> em 28/02/2006)

⁵⁶ Metabolômica - estudo dos metabólitos produzidos por uma espécie, nos diversos tecidos e fases de crescimento. (Retirado de <http://www.cib.org.br/glossario> em 28/02/2006)

⁵⁷ Transgenia - é a inserção de um gene no genoma de um organismo, utilizando um veículo (carreador) de clonagem, uma técnica da engenharia genética, resultando em organismos transgênicos, também chamados de geneticamente modificados. Pela transgenia, tem sido possível obter plantas com melhor desempenho no sentido de produzir mais vitamina, resistir mais ao ataque de insetos, ser imune a viroses, resistir mais às condições adversas do meio ambiente, além de outros atributos desejáveis. (Retirado de <http://www.cib.org.br/glossario> em 28/02/2006)

⁵⁸ Clonagem - propagação, multiplicação a partir de um indivíduo, uma célula ou molécula, gerando uma população geneticamente idêntica. (Retirado de <http://www.cib.org.br/glossario> em 28/02/2006)

⁵⁹ O seqüenciamento é uma técnica que permite descobrir a ordem dos quatro nucleotídeos – actina, guanina, citosina e timina, existentes em cada gene, ou seja, determina a ordem exata da disposição dessas bases do DNA no organismo estudado. (Retirado de <http://www.cib.org.br/glossario> em 28/02/2006)

consórcio do projeto genoma humano e a Celera apresentam seus rascunhos com 97% do genoma seqüenciado.

A partir da concepção desse grande projeto, a organização da pesquisa em genômica nos Estados Unidos foi estruturada na forma de redes, em função principalmente do alto custo da pesquisa, da exigência da integração de recursos humanos de diferentes especialidades e do grande volume de trabalho envolvido (Dal Poz, 2000). Segundo a autora, visando reduzir custos e melhorar o rendimento científico na área de genômica e biotecnologia, foram então implantados diversos programas integrados de pesquisa, diretamente vinculados às dinâmicas de mercado, uma vez que os setores de pesquisa pública e a P&D industrial necessitam de estoque de recursos humanos e da produção do conhecimento científico e tecnológico. Como nos demais países, o governo americano é o maior financiador destes programas, principalmente os que se referem à pesquisa básica; no entanto a organização da pesquisa em redes permite uma ampla utilização coletiva destes programas, tanto em termos de capacitação, quanto no que se refere à produção de novos produtos e processos em biotecnologia. Disso resulta uma intensa colaboração entre universidades, institutos de pesquisa e setores industriais, além do Governo.

Para o perfeito funcionamento desses arranjos, mantidos por uma série de requisitos de geração de inovações, está uma instituição governamental de gerenciamento de todas as redes de genômica, o Genome Management Information System – GMIS, ligado ao National Science Foundation - NSF, um dos principais órgãos de financiamento de pesquisas nessa área (Dal Poz, 2000). O GMIS recebe os dados científicos, coordena os programas de pesquisa, discute e endereça questões de contratualização de pesquisa e de direitos de propriedade intelectual, negociando bases jurídicas com o governo e sistemas de financiamento em colaboração com a indústria.

As redes genômicas nos EUA compreendem as áreas de agricultura e saúde, com vários programas e sub-programas, e inúmeras instituições de pesquisa públicas e privadas, além de organismos internacionais e grandes empresas do setor privado.

Diversos tipos de vínculos são mantidos nas redes, como contratação de pesquisa, acordos cooperativos, consórcios, mecanismos de transferência de tecnologia, negociação de uso conjunto de equipamentos por outros grupos de pesquisa pública ou privada e outras alianças estratégicas. Essa interação envolvendo atores de diferentes esferas permite o compartilhamento e incorporação do conhecimento gerado, facilitando a resolução de problemas advindos da

pesquisa em genômica, e contribuindo para a geração de inovações. Outros mecanismos de financiamento ao desenvolvimento tecnológico são utilizados no fomento às pequenas e médias empresas, que surgem como *spin-offs* dos programas regionais, sejam oriundos de convênios entre o setor público e privado, capital de risco, recursos mistos entre empresas privadas e governo, dentre outros.

O genoma compreende o conjunto de genes de todo ser vivo, os quais carregam as informações sobre as principais características hereditárias, alterações e doenças que podem surgir ao longo da vida.

Um projeto genoma, que consiste da determinação de todos os genes de um organismo, decifrando a seqüência de bases químicas do material genético, o DNA, pode também ser definido como o conjunto de atividades de pesquisa científica de cunho tecnológico, cujos resultados podem ser internalizados pelas indústrias de agro-negócios, de produtos farmacêuticos e os inúmeros sub-setores correlatos (Dal Poz *et al.*, 2004).

Apesar do alto risco e da grande incerteza inerentes às pesquisas em genômica, essas apresentam uma importância estratégica na aproximação entre instituições públicas de pesquisa, universidades e empresas, estabelecendo relações capazes de contribuir de forma expressiva para a pesquisa científica, principalmente frente a possíveis impactos tecnológicos resultantes dos trabalhos e também para a emergência de novos mercados, notadamente em biotecnologia. Com esse conhecimento, o seqüenciamento dos genes de um determinado organismo permite desenhar e construir moléculas biologicamente importantes e, à medida que se avança mais cientificamente na estrutura e na forma destas biomoléculas, são conhecidas também suas funções bioquímicas, o que pode dar origem a novas tecnologias nos setores agropecuário, farmacêutico, nutricional, químico, florestal e cosmético (Dal Poz, 2000).

No entanto, apesar do grande número de projetos em desenvolvimento, ainda há pouca evidência acerca da capacidade de transformar os avanços do conhecimento resultantes da pesquisa genômica em inovações que venham a alterar trajetórias tecnológicas de alguns setores industriais, permitindo efetivas conquistas econômicas e sociais.

A pesquisa em genômica é intensiva em ciência básica e por estar na fronteira do conhecimento, o suporte governamental é fundamental dado que envolve capacitação constante de recursos humanos para pesquisa e captação de grandes montantes de recursos financeiros para infra-estrutura e manutenção dos laboratórios e instituições envolvidas. Além disso, possui

características multidisciplinares, uma vez que exige um intercâmbio entre diversos ramos do conhecimento como as ciências biológicas e biomédicas, química, engenharias química e de computação (bioinformática), em disciplinas ambientais (bioprospecção), na gestão e no intercâmbio em atividades de pesquisa, muitas vezes em colaboração com a P&D empresarial. Envolve atividades como o seqüenciamento de DNA, a anotação dos genes, a manutenção de bancos de dados que coloquem à disposição informações comparáveis sobre o material hereditário de diferentes seres vivos, o desenvolvimento constante de modelos matemáticos e estatísticos e sistemas de informatização que permitam o armazenamento de dados e a compreensão das relações entre sistemas gênicos semelhantes. Exige também uma interação com disciplinas como o direito, a economia e a administração de empresas, essenciais para a resolução de problemas relacionados à gestão tecnológica, propriedade intelectual, normalização técnica, controle e certificação de qualidade, licenciamento e regulação dos impactos ambientais decorrentes do uso de processos e produtos biotecnológicos (Silveira *et al.*, 2003).

Para Fuller e Warren (2003, apud Baêta *et al.*, 2005), as redes genômicas são sistemas adaptativos complexos, bastante flexíveis, dinâmicos e auto-organizáveis e em co-evolução interativa com os diversos atores heterogêneos.

As redes genômicas podem compreender atores dos pólos científico, tecnológico e de mercado, conforme descrito por Callon (1992) e também dos pólos de financiamento, como proposto por Valle (2002). Alguns atores podem permanecer mais ou menos tempo na rede, desempenhando um ou mais papéis em áreas de pesquisa básica, pesquisa aplicada, na alocação de recursos financeiros, na contratação de serviços tecnológicos, como fornecedores de tecnologias intermediárias, na gestão administrativa, dentre outras. A composição das redes também pode mudar, uma vez que novos atores ou intermediários podem ser agregados e outros desligados do projeto, seja porque os objetivos não foram alcançados, seja porque não desejam continuar interagindo e participando das atividades.

A análise da evolução das redes pode evidenciar muito dos parâmetros decisivos de sua funcionalidade em gerar inovações. A disposição dos diferentes atores pode explorar fatores condicionantes e mecanismos que mantêm a rede partindo da perspectiva de que são ou não suficientes para integrar a pesquisa científica com o setor produtivo. Assim, na composição de uma rede genômica é essencial a identificação dos atores, das suas habilidades e a implementação dos mecanismos de coordenação (tradução) entre eles. A tarefa de seqüenciar, anotar genes,

manter informações disponíveis em bancos de dados, desenvolver ferramentas de bioinformática, e estabelecer parcerias que complementem as diferentes fases das pesquisas requer eficiente integração de ativos tangíveis, intangíveis e complementares de diferentes instituições, como visto no capítulo 1. No caso das redes genômicas, o impulso promovido pela aprendizagem interativa, permite ampliar significativamente as competências essenciais das instituições envolvidas, conhecimento que pode ser utilizado futuramente no âmbito das mesmas gerando benefícios econômicos e sociais.

Os benefícios associados a economias de escala e escopo, a disseminação de informações, experiências e competências, e a divisão do trabalho entre os diferentes atores da rede tendem a aumentar quando os custos de transação são baixos e estes tendem a diminuir com o estabelecimento de infra-estrutura compartilhada, normas comuns e regras de cooperação. Muitos destes aspectos foram observados na implantação dos projetos em rede genômica, ao se obter equipamentos, insumos e reagentes em maior volume e de forma compartilhada entre os diversos laboratórios e instituições participantes.

Dessa forma, o arranjo em redes é uma estrutura interessante para o desempenho das atividades científicas e tecnológicas, organizada num sistema colaborativo de produção de conhecimentos. De acordo com Salles Filho *et al.* (2004), as redes podem comportar quatro dimensões-chave: a) o monitoramento e aproveitamento de oportunidades para o desenvolvimento da pesquisa cooperativa; b) o conhecimento da amplitude e dos papéis dos atores envolvidos, assim como dos instrumentos de coordenação, dos mecanismos de governança e, conseqüentemente, a possibilidade de exploração de ativos complementares; c) o conhecimento sobre as dinâmicas setoriais e disciplinares envolvidas nos programas e projetos de pesquisa; e d) o conhecimento das fontes e mecanismos de financiamento.

Os mecanismos de apropriabilidade dos resultados das pesquisas genômicas e aplicações biotecnológicas também são alvo de muitas discussões, uma vez essas pesquisas vêm atingindo um padrão científico reconhecido internacionalmente, uma alta produtividade e se demonstram tecnologicamente competitivas em muitas áreas. Muitas das seqüências obtidas estão depositadas em bancos internacionais de seqüência de genes, o que torna o conhecimento público e de acesso irrestrito por qualquer instituição, seja pública ou privada. No Brasil, esforços governamentais embora tímidos, vêm sendo implementados para a promoção de políticas de proteção, visando criar cultura institucional para proteger o conhecimento gerado, provocar um aumento no

interesse pelo patenteamento e licenciamento de biotecnologias e aumentar a competência institucional para o gerenciamento da inovação (Dal Poz *et al.*, 2004). Tal esforço pode ser observado pelo surgimento e fortalecimento de Núcleos de Inovação Tecnológica (NIT) e de Agências de Inovação em várias instituições públicas, a exemplo da INOVA na UNICAMP, da Agência de Inovação da USP, do Núcleo de Inovação da UFRGS, bem como pela aprovação e regulamentação da Lei de Inovação em 2005 e da Lei da Inovação Paulista em 2006.

Seqüências de DNA permitem o patenteamento de cada característica de um dado ser vivo de maneira independente, fazendo com que ele possa ser objeto de diferentes patentes. Albagli (1998, apud Faria, 2001) afirma que *“os problemas relacionados a esse tipo de proteção patentária vão desde aspectos práticos, como a viabilidade de fiscalização e controle do cumprimento da legislação; passando por questões econômicas (por exemplo, no caso das plantas, o acúmulo de patentes pode gerar um igual acúmulo de royalties, com significativo impacto no preço final do produto); até implicações éticas relacionadas à apropriação e privatização do seqüenciamento genético dos seres vivos”*. Desta forma, as companhias de biotecnologia têm cada vez mais requerido, indiscriminadamente, pedidos de patentes para seqüências gênicas, processos terapêuticos e processos biológicos em geral, dissociados de qualquer aplicação industrial plenamente identificada, o que vem acirrando a polêmica em torno da questão de apropriabilidade. Contudo cabe ao organismo responsável pelo patenteamento de cada país decidir se concede ou não patente para determinado gene sem vinculação com aplicação industrial. O que se observa é a decisão pela não concessão da patente. Segundo Faria (2001), pedidos muito abrangentes são um risco real de inviabilizar importantes setores de pesquisa, notadamente a desenvolvida por instituições públicas.⁶⁰

Muitas redes genômicas são mantidas por instrumentos formais de vinculação interinstitucional, com mecanismos de definição *ex ante* das questões de propriedade intelectual, dos riscos financeiros ou dos direitos sobre a comercialização dos seus resultados⁶¹. O alto risco e incerteza inerentes à pesquisa em genômica fazem com que aspectos relacionados à

⁶⁰ No caso do genoma humano, por exemplo, empresas privadas já solicitaram a patente de inúmeras seqüências de DNA (genes), mesmo sem ter conhecimento da função biológica específica dessas seqüências. É o tipo de patente conhecida como de proteção ampla. Conforme os críticos dessa tese, *“se essas patentes forem concedidas, os pesquisadores, tanto no setor público quanto no privado, podem ser obrigados a pagar pelo uso dessas informações genéticas. Se tal patente for concedida, a empresa passará a ser dona dos direitos da informação, mesmo que outra pessoa ou empresa não-proprietária venha a descobrir a função daquele gene”* (Faria, 2001).

⁶¹ Também as redes podem ter arranjos informais de contratação de pesquisa, como a utilização de equipamentos e infra-estrutura por outros grupos de pesquisa pública ou privada (Dal Poz *et al.*, 2004).

apropriabilidade estejam presentes nas esferas institucionais envolvidas, tanto na pesquisa básica quanto na P&D, de forma a estimar os benefícios econômicos que poderão ser gerados e/ou negociar a repartição desses benefícios. Isso porque, a definição de regras que orientam a repartição de benefícios futuros, ainda que num ambiente de incerteza e risco elevado, são essenciais para a manutenção dos arranjos complexos, dos comportamentos de colaboração e compartilhamento de ativos, de diminuição dos custos de transação e de captação de recursos financeiros de diversas fontes e por diversos meios – como os derivados do setor público, privado e via capital de risco (Dal Poz *et al.*, 2004). No entanto, embora essa formalização contratual seja desejada, nem sempre é o que ocorre na prática. A maior parte dos projetos genoma no Brasil ainda apresenta uma fragilidade contratual muito grande, com documentos incompletos e que deixam de contemplar pontos relevantes, como é o caso da apropriabilidade de resultados, cumprimento de metas e normas, dentre outros.

Cada vez mais ficam claras as características singulares da apropriabilidade em genômica e biotecnologia, que parecem exigir normas e procedimentos próprios, sendo que os graus de apropriabilidade devem refletir o resultado de configurações estratégicas entre os atores, dos investimentos já feitos ou que ainda serão feitos. Esse aspecto é importante no caso das redes genômicas da Vassoura de Bruxa e do *Genolyptus*, dado que apresentam diferenças significativas quanto à organização da pesquisa e à forma como os resultados estão sendo construídos, o que deve indicar sua maior ou menor apropriabilidade.

Como exposto acima, observa-se que até o momento a pesquisa genômica implica no trabalho em forma de redes dadas as características que permeiam essa área do conhecimento: investimento elevado, multidisciplinaridade, infra-estrutura complexa, incerteza e risco em relação aos resultados possíveis. A possibilidade de acesso a informações importantes sobre os genes de um determinado organismo que possam gerar produtos e processos em áreas da saúde, agrícola, ambiental com benefícios econômicos e sociais, vem estimulando a formação de vários projetos nessa área, também no Brasil, que se situa hoje como um dos países mais avançados em pesquisa genômica, com reconhecimento nacional e internacional. Assim, é importante conhecermos um pouco da história da organização das redes de pesquisa genômica no Brasil e como estão as pesquisas nessa área, conforme discussão apresentada no item 2.3. a seguir.

2.3. O desenvolvimento das redes genômicas: o contexto brasileiro

O início da organização da pesquisa em rede genômica no Brasil foi impulsionado pela FAPESP em 1997, final do século 20, por meio da organização da Rede ONSA (do inglês, Organização para Seqüenciamento e Análise de Nucleotídeos), um instituto virtual formado inicialmente por uma rede de cerca de 30 laboratórios ligados a instituições de pesquisa do estado de São Paulo. O primeiro projeto brasileiro, desenvolvido em parceria financeira com o Fundecitrus, decifrou o genoma da bactéria *Xylella fastidiosa*, causadora da doença clorose variegada de citros ou praga do amarelinho. A escolha desse organismo se deu não só por seu papel destruidor, uma vez que é responsável por prejuízos de milhões de dólares anuais, mas pelo tamanho de seu genoma, pequeno o bastante para viabilizar um primeiro projeto e suficientemente grande para envolver e formar muitos pesquisadores numa área situada na fronteira do conhecimento. Concluído em novembro de 1999, com investimentos de cerca de US\$12 milhões, foi o primeiro projeto genoma de um organismo a ser desenvolvido fora do eixo Estados Unidos – Europa - Japão, sendo que o país entrou para a história pelo primeiro seqüenciamento de um fitopatógeno – um organismos causador de uma doença em uma planta de importância econômica, tendo sido inclusive capa da renomada revista científica Nature em junho de 2000 (Simpson *et al.*, 2000).

O objetivo principal do projeto foi o de capacitar os laboratórios brasileiros a entrar nessa nova era da pesquisa, recorrendo a uma metodologia que viria a revolucionar a pesquisa no Brasil. Em vez de concentrar toda a verba em um único laboratório, como ocorreu em alguns países, a Fapesp lançou um edital para selecionar laboratórios em várias partes do Estado e os financiou permitindo a criação de infra-estrutura com equipamentos e materiais indispensáveis às atividades do projeto. Cada laboratório recebeu um trecho do código para analisar, sendo que a integração de todas as partes seqüenciadas foi feita por um grupo especializado em sistemas de computador, localizado na Unicamp. Dessa maneira montou-se uma rede de pesquisa virtual, controlada por um software, com ganhos de eficiência e de sinergia muito significativos.

Com o final do seqüenciamento da *Xylella*, outros projetos foram e vêm sendo desenvolvidos por meio de organização das competências já adquiridas e com a incorporação de novos participantes. Uma característica marcante dessas redes apoiadas pela Fapesp foi que em grande parte delas se obteve o co-financiamento. Ou seja, uma parte do recurso vinha da Fapesp,

e a outra parte por um agente interessado pelos resultados da pesquisa, como o Fundecitrus, Instituto Ludwig do Câncer (ILC), Embrapa e empresas privadas da área agropecuária.

O segundo projeto, iniciado em 1988, identificou 50 mil genes da cana-de-açúcar, visando descobrir aqueles envolvidos com o desenvolvimento, a produção e o teor de açúcar da planta, assim como sua resistência a doenças e a condições adversas de clima e solo. Além da Fapesp, o projeto foi financiado pelo Fundecitrus (US\$ 1 milhão) e pela Copersucar, que investiu mais US\$ 500 mil. O Genoma Cana foi concluído no final de 1999 a um custo de R\$ 4 milhões.

Na área de saúde, em abril de 1999, teve início o projeto genoma humano do câncer que em cerca de dois anos conseguiu identificar mais de um milhão de seqüências de genes humanos, muitos associados a tumores freqüentes no Brasil, como tumores linfoproliferativos, gastrointestinais, neurológicos e de cabeça e pescoço⁶². Como consequência, foi criado o projeto Genoma Clínico do Câncer visando desenvolver novas formas de diagnóstico e tratamento do câncer a partir do estudo de genes expressos, patrocinado pela Fapesp e o ILC, com investimentos de cerca de US\$20 milhões .

Em julho de 2002, o projeto *Schistosoma mansoni*, que também contou com o apoio do MCT/CNPq além da Fapesp, concluiu a identificação de 200 novos genes associados aos estágios de vida do parasita causador da esquistossomose e abriu novas perspectivas de combate à doença (Verjovski-Almeida *et al.*, 2003).

Na área agrícola e ambiental foi criada, em 2000, a rede Genomas Agronômicos e Ambientais – AEG (do inglês Agronomical and Environmental Genomes), a partir do seqüenciamento de uma variedade de *Xylella* que ataca as videiras, com o mesmo grupo de pesquisadores envolvidos no projeto anterior, em conjunto com o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA). Esse sub-programa vem desenvolvendo diversos projetos de seqüenciamento genético, entre eles o da *Leifsonia xyli*, bactéria que ataca a cana-de-açúcar e reduz em até 27% a biomassa aproveitável para produção de açúcar e álcool e que foi o primeiro projeto inteiramente nacional no âmbito do AEG. Também foram estudadas as variantes da *Xylella* que atacam a amendoeira e o oleandro, uma planta ornamental. Também resultado da parceria de pesquisadores ligados ao sub-programa AEG da Fapesp e ao Cenargen/Embrapa, foi realizado o seqüenciamento do “genoma expresso” do café arábica (*Coffea arabica*), cujas

⁶² Esse número corresponde a um terço das seqüências genéticas produzidas por instituições públicas em todo o mundo e equivale ao que o projeto Genoma Câncer norte-americano, CGAP, conseguiu em três anos (www.fapesp.br, acesso em 14/02/2006).

seqüências de genes obtidas reúnem informações científicas suficientes para um eventual melhoramento da planta. O Genoma Café teve início em 2002, com o Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café - CBP&D/Café, que congrega instituições de pesquisa e desenvolvimento com o objetivo de dar sustentação tecnológica ao agronegócio café no Brasil⁶³. Atualmente, as atividades de P&D (mineração e anotação dos dados gerados pelo seqüenciamento) são desenvolvidas por 40 instituições brasileiras de doze estados produtores de café.

Em abril de 2004, pesquisadores da rede AEG e da Fundação Oswaldo Cruz da Bahia concluíram o mapeamento genômico da *Leptospira interrogans*, bactéria que causa a leptospirose, doença que ataca seres humanos nos países subdesenvolvidos e animais nas nações mais ricas do mundo (Nascimento *et al.*, 2004).

O Genoma *Xanthomonas*, iniciado em 2000, objetivou decifrar o material genético da bactéria *Xanthomonas citri*, causadora do cancro cítrico, desdobrando-se para a comparação do genoma desse organismo com o da *Xanthomonas campestris*, que ataca outros vegetais. Concluído em maio de 2002, o projeto teve investimentos de cerca de US\$ 5 milhões, 95% cobertos pela Fapesp e os outros 5% pelo Fundecitrus e CNPq.

Outro projeto importante lançado em novembro de 2001 foi o FORESTS – *Eucalyptus* Genome Project Consortium, fruto do Programa de Inovação Tecnológica em Empresas (PITE) da Fapesp. Foi desenvolvido pelo grupo do AEG, financiado pela Fapesp e um consórcio das empresas Duratex, Ripasa, Suzano e Votorantim Celulose e Papel, para o seqüenciamento de parte do genoma do eucalipto com o objetivo de melhorar a matéria-prima utilizada na produção de papel e celulose. Na sua primeira etapa, foram investidos US\$ 500 mil da FAPESP e R\$ 500 mil das empresas. A segunda etapa, visando à análise do banco de seqüência de genes expressos (ESTs) obtidos, teve início em junho de 2003.

O Quadro 2.1 apresenta a relação dos projetos genomas apoiados pela Fapesp e outras instituições financeiras, que foram e estão sendo desenvolvidos no país.

⁶³ O consórcio foi criado em março de 1997 por dez instituições brasileiras de P&D do café (EBDA, Embrapa, Incaper, Epamig, IAC, Iapar, Pesagro-Rio, MA/SARC, UFLA e UFV), tendo a Embrapa como instituição coordenadora (Disponível em: http://www22.sede.embrapa.br/cafe/consorcio/index_2.htm, acesso em 06/05/2006).

Quadro 2.1. – Projetos Genoma Fapesp

SETOR AGROPECUÁRIO			
Projeto (início e término do sequenciamento)	Alvo	Apoio financeiro	Participantes
<i>Xylella fastidiosa</i> - 1997 - 2000	Clorose variegada de citros	Fapesp; Fundecitrus; CNPq - US\$15 milhões	Rede ONSA
Genoma funcional - 2000 - em andamento	Funções dos genes sequenciados da <i>Xylella</i>	Fapesp; Fundecitrus	12 laboratórios de pesquisa paulistas
Cana – SUCEST - 1998 - 2003	Genes relacionados ao metabolismo da sacarose, resistência a pragas e doenças e tolerância a condições adversas de clima e solo	Fapesp; Copersucar; Fundação de Amparo à C&T do Estado de Pernambuco - US\$4 milhões	23 laboratórios de pesquisa de SP, PE, BA, AL, RN, PR, SC, RJ, LNLS e Embrapa Milho e Sorgo
Genoma <i>Xanthomonas citri/campestri</i> (comparativo) - 1998 – 2002	Cancro cítrico	Fapesp e Fundecitrus - US\$5 milhões	Rede AEG
<i>Xylella fastidiosa</i> - videiras - 2000 – 2001	Doença de Pierce nas vinhas da Califórnia (EUA)	Fapesp; ARS e USDA - US\$500 mil	Rede AEG
<i>Leifsonia xyli</i> - 2001 – 2002	Doença raquitismo da soqueira da cana-de-açúcar	Fapesp	Rede AEG
<i>Xylella</i> do oleandro e amendoeira - 2000 – 2001	Doenças	Fapesp; JGI/EUA	Rede AEG
FORESTS - 2001 – 2003	Melhoramento do eucalipto	Fapesp e empresas privadas - R\$2 milhões	Rede AEG
Genoma EST-Café - 2002 – 2004	Identificação de genes para desenvolvimento de variedades de café mais produtivas, tolerantes à seca e resistentes à pragas e doenças	Consórcio Fapesp e Embrapa - R\$2 milhões	40 instituições brasileiras em 12 estados
Genoma funcional do boi - 2003 - ND	Genes para melhoria da qualidade da carne, eficiência reprodutiva de animais e resistência do rebanho	Fapesp e Central Bela Vista Genética Bovina - US\$1 milhão	Rede AEG

Quadro 2.1. Projetos genoma Fapesp (continuação)

SETOR DE SAÚDE			
Projeto (início e término do seqüenciamento)	Alvo	Apoio financeiro	Participantes
Genoma Humano do Câncer - 1999 – 2001	Genes de tumores de alta incidência no Brasil	Fapesp e Instituto Ludwig do Câncer	Laboratórios da Rede ONSA
Genoma clínico - 2001 - ND	Informações geradas no GHC para desenvolvimento de novas formas de diagnóstico e tratamento de doenças	Fapesp e Instituto Ludwig do Câncer - US\$1 milhão	18 laboratórios de universidades e institutos de pesquisa paulistas
Transcriptoma Humano	Estudo de trechos de genes mais relevantes para câncer	Fapesp, Instituto Ludwig do Câncer e National Cancer Institute (EUA) - US\$2 milhões	31 laboratórios de universidades e institutos de pesquisa paulistas
<i>Schistosoma mansoni</i> - 2000 – 2002	Genes do parasito causador da esquistossomose	Fapesp - US\$850 mil e CNPq	9 laboratórios de universidades e institutos de pesquisa paulistas
Projeto de Diversidade Genética de Vírus (Viral Genetic Diversity Network - VGDN) - 2000 – ND	Comparação de seqüências gênicas entre diferentes tipos de vírus, na busca por genes de infecção, que podem ser bloqueados	Fapesp	23 laboratórios de universidades e institutos de pesquisa paulistas
<i>Leptospira interrogans</i> - 2000 – 2004	Doença leptospirose	Fapesp	Rede AEG
Rede de Biologia Molecular Estrutural - SmolBNet - 2000 - em andamento	Estruturas tridimensionais dos genes seqüenciados dos projetos genoma humano do câncer, <i>Xylella</i> , <i>Xanthomonas</i> e Cana	Fapesp e LNLS - US\$3,5 milhões	20 laboratórios de universidades e institutos de pesquisa paulistas

Fonte: Relatório da Fapesp (2004) e sites dos projetos genoma (www.fapesp.br/onsa/genoma, acesso em 29/02/2006)

Rede ONSA: 34 laboratórios de pesquisa de universidades e institutos de pesquisa paulistas;
Rede AEG: 11 laboratórios de pesquisa de universidades e institutos de pesquisa paulistas
ND = não disponível

Até o ano 2000, as iniciativas de pesquisa em rede de genoma no Brasil se limitaram ao Estado de São Paulo, com o forte apoio da Fapesp. O sucesso orientado pelas práticas de

organização e experiência do Genoma Fapesp, que resultaram no rápido seqüenciamento da *Xylella fastidiosa*, permitindo a disseminação de conhecimentos e a formação de competência científica e técnica, teve forte influência na condução da pesquisa em biotecnologia no país, fazendo com que os outros estados e a federação percebessem a importância do fenômeno. A partir daí, diversas iniciativas tiveram origem e as pesquisas em genômica espalharam-se pelo país, e hoje existem grupos em todas as regiões aptos a fazer seqüenciamento e analisar seqüências genéticas.

O segundo estado brasileiro a financiar uma rede genômica foi a Bahia, que por meio da Seagri apoiou o desenvolvimento do projeto genoma do fungo *Crinipellis perniciosa*, que causa a doença vassoura de bruxa nos cacaueiros, iniciado em setembro de 2000 e ampliado em 2001 no âmbito das Redes Regionais de Estudos Genômicos do MCT/CNPq .

Assim incentivada, a formação de redes genômicas em nível nacional teve início em 2000, com a implementação do Projeto Genoma Brasileiro (BRGene), um programa de investimento científico e tecnológico do governo federal (MCT/CNPq), objetivando ampliar a competência, em âmbito nacional, nas atividades de pesquisa e manipulação de genoma, com apoio para infraestrutura laboratorial, formação de recursos humanos especializados e desenvolvimento de trabalhos multiinstitucionais, acelerando mecanismos de transferência de conhecimentos e tecnologia para o setor de produtos e serviços biotecnológicos de interesse econômico e social.

O primeiro trabalho do BRGene foi o mapeamento do genoma da *Chromobacterium violaceum*, uma bactéria que apresenta grande potencial biotecnológico com características interessantes para as áreas ambiental, industrial e de saúde humana. Finalizado em 2003, contou com investimentos da ordem de R\$ 26 milhões, bancados pelo MCT e pelas instituições envolvidas, com a participação de cerca de 160 cientistas vinculados a 25 laboratórios de pesquisa do país. Também em 2003, essa rede concluiu o seqüenciamento do *Mycoplasma synoviae*, um agente causador de doenças endêmicas em aves e, por isso, alvo de controle rigoroso, pois o impacto de uma infecção por esse organismo pode ser considerável, reduzindo a produtividade e afetando as transações comerciais de aves potencialmente infectadas.

Em abril de 2001, o MCT/CNPq anunciou a criação das Redes Regionais do Projeto Genoma Brasileiro nas regiões Nordeste, Centro-Oeste, Sul e Sudeste, com investimentos da ordem de R\$ 26 milhões, contemplando sete grupos de trabalho, compostos por cerca de 240 cientistas e 48 institutos para estudar microorganismos ligados a áreas de saúde e agricultura.

Foram constituídas nove redes regionais de pesquisa em todo o país⁶⁴, com o objetivo principal de estudar os genomas de organismos de interesse social e econômico para atender a demandas localizadas, o que possibilitou a incorporação de grupos potencialmente promissores aos núcleos de excelência reconhecida no país, estimulando a prática da pesquisa em rede e ampliando as oportunidades de formação e capacitação de recursos humanos, além de oferecer subsídios para o aperfeiçoamento da produção agropecuária e a solução de problemas da saúde e do meio ambiente.

As atividades de seqüenciamento apoiadas pelo Programa permitiram estruturar redes e competências específicas no conjunto do território nacional, buscando a desconcentração regional da capacitação nacional, além de criar competências em áreas conexas, de maneira que o país possa aproveitar seus êxitos científicos e se colocar como *locus* privilegiado da atração de investimentos em genômica e biotecnologia (MCT, 2001).

Com este mesmo objetivo, foram selecionados 28 grupos de pesquisa para a formação de redes de pesquisa e núcleos de bioinformática em todo o Brasil, visando trazer idéias e trabalhos inovadores para estudos genômicos, na área de genética, biologia molecular e bioquímica. Desde então, esses núcleos vêm trabalhando na criação ou aperfeiçoamento de produtos, como a produção de softwares para armazenagem e monitoramento de dados e outros sistemas para a análise de genomas.

Outros projetos regionais avançaram, a exemplo do genoma do guaraná (*Paullinia cupana*), de exploração econômica significativa na Região Amazônica, iniciado em novembro de 2002 e desenvolvido por 12 grupos de pesquisa, entre universidades da região Norte, a Embrapa Amazonas e o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). Além disso, estão em andamento, o Genopetro, analisando genes relacionados à biodegradação de petróleo nos reservatórios e o genoma do camarão iniciado em julho de 2003, com o objetivo de decifrar em três anos, 50 mil grupamentos de sequências de DNA, possibilitando aumentar a competitividade do setor ao produzir um camarão-branco maior e mais resistente⁶⁵.

⁶⁴ As redes formadas compreendem: Rede do Centro-Oeste; Rede Genoma do Estado de Minas Gerais; Rede Genoma do Nordeste – ProGeNe; Programa de Implantação do Instituto de Biologia Molecular do Paraná; Projeto Genoma do Estado do Paraná – GenoPar; Programa de Implantação da Rede Genoma do Estado do Rio de Janeiro – RioGene; Ampliação da Rede Genômica do Estado da Bahia; Rede da Amazônia Legal de Pesquisas Genômicas – Realgene; Programa de Investigação de Genomas Sul – PIGS (<http://www.cnpq.br/noticias/noticia2504.htm>).

⁶⁵ O projeto deve custar R\$ 3 milhões. Para a primeira fase, em 2003, o CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) liberou R\$ 700 mil e a Associação Brasileira de Criadores de Camarão investiu mais R\$ 300 mil. O projeto conta ainda com o apoio do Ministério da Agricultura e Abastecimento e

O Brasil também participa de outras redes genômicas, como o Consórcio Internacional para o Mapeamento Físico do Genoma Bovino⁶⁶, o Projeto Internacional de Sequenciamento do Genoma do Arroz⁶⁷ e a Rede de Sequenciamento da Banana (*Musa acuminata*)⁶⁸. A participação brasileira em projetos internacionais incentiva o desenvolvimento dos trabalhos em genética e coloca o país em uma excelente posição nessa área.

Em dezembro de 2005, o CNPq lançou uma nova chamada em continuidade ao Programa Genoma Nacional, para agrupar pesquisadores interessados em participar do projeto “Genoma do *Anopheles darlingi*”, principal vetor da malária nas Américas do Sul e Central.

No âmbito dos fundos setoriais, especificamente o Fundo Verde-Amarelo, gerido pelo MCT/Finep, e com o apoio financeiro do MCT/CNPq na concessão de bolsas de desenvolvimento tecnológico e de empresas privadas, destaca-se a implementação do projeto *Genoyptus* em 2002, uma das redes de pesquisa objeto de análise dessa dissertação (Detalhes no capítulo 3).

O Quadro 2.2 mostra os projetos genoma apoiados pelo MCT/CNPq que foram e vêm sendo desenvolvidos no país.

governo do Estado do Rio Grande do Norte. Participam pesquisadores de 14 laboratórios espalhados por nove Estados: Bahia, Ceará, Maranhão, Pará, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Santa Catarina, São Paulo e Rio Grande do Sul. (Pesquisa Fapesp, 2003).

⁶⁶ Desde maio de 2003, o Brasil, por meio da Embrapa/Cenargen e com o apoio do CNPq, vem participando de um, previsto para ser completado em 5 anos. O projeto é coordenado pelo Serviço de Pesquisa Agrícola do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA-ARS), contando com instituições do Canadá, Reino Unido, Austrália, Nova Zelândia e França.

⁶⁷ O projeto genoma arroz teve a participação no Brasil do MCT/CNPq, Finep, Capes, Fapergs e das empresas Monsanto e Syngenta e fez parte de um consórcio internacional de 10 países coordenado pelo Japão. O consórcio terminou o sequenciamento do genoma do arroz em dezembro de 2004 (<http://rgp.dna.affrc.go.jp/IRGSP>, acesso em 05/07/2006).

⁶⁸ No Brasil, o sequenciamento do genoma da banana, cuja primeira etapa terminou em julho de 2005, foi coordenado pela Embrapa, com a participação da Universidade Católica de Brasília e do Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique (Cirad), financiado pelo CNPq. Como resultado, foi gerado o segundo maior banco de dados de seqüências de genes de interesse para o melhoramento genético dessa fruta. A rede internacional envolve 11 países com recursos aproximados de US\$5 milhões/ano (www.cenargen.embrapa.br/cenargenda/pdf/genobanana.pdf, acesso em 05/07/2006).

Quadro 2.2. – Projetos e Programas Genoma do MCT/CNPq

Projeto (início e término do sequenciamento)	Alvo	Apoio financeiro	Participantes
<i>Chromobacterium violaceum</i> - 2000 - 2002	Áreas ambiental, saúde e industrial – tratamento de endemias, como a doença de Chagas e a leishmaniose e produção de polímeros plásticos biodegradáveis	MCT/CNPq - R\$16 milhões	Rede BRGene
<i>Mycoplasma synoviae</i> - 2002 – 2004	Controle de doença endêmica em aves	MCT/CNPq	Rede BRGene
Rede Genoma do Centro-Oeste - 2001 – 2004	Mapear o genoma funcional do fungo <i>Paracoccidioides brasiliensis</i> - controle da doença paracoccidioidomicose, micose endêmica	MCT/CNPq	Universidades e institutos de pesquisa do Centro-Oeste
Rede Genoma de Minas Gerais - 2001 - 2004	Genoma do parasita <i>Schistosoma mansoni</i> , causador da doença esquistossomose para identificar possíveis genes capazes de produzir drogas inibidoras para a intervenção quimioterápica, ou para a produção de vacinas	MCT/CNPq e Fapemig - R\$3,8 milhões	Universidades e institutos de pesquisa de Minas Gerais
Rede Genoma do Nordeste – ProGene - 2001 – ND	Genes expressos da <i>Leishmania chagasi</i> - controle da doença Leishmaniose visceral em seres humanos e animais	MCT/CNPq; Facepe e FAPs	Universidades e institutos de pesquisa do Nordeste
Rede Genoma do Rio de Janeiro - RioGene - 2001 – ND	<i>Gluconacetobacter diazotrophicus</i> (fixador de nitrogênio em cana, batata doce, café e palmeiras) - promotor de crescimento vegetal e metabólitos de uso industrial (ácido glucônico)	MCT/CNPq e Faperj - R\$4,7 milhões	Universidades do RJ e Embrapa Agrobiologia
Rede Genômica do Estado da Bahia - 2001 – 2004	<i>Crinipellis pernicioso</i> , fungo causador da doença vassoura de bruxa em cacau	MCT/CNPq e Seagri/BA - R\$2 milhões	Universidades e institutos de pesquisa da BA e SP, Cenargen/Embrapa
Genoma do Estado do Paraná – GenoPar - 2001 – 2004	Genoma funcional e estrutural de <i>Herbaspirillum seropedicae</i> - construção de estirpes mais eficientes na agricultura (biofertilizante nitrogenado e desenvolvimento de plantas)	MCT/CNPq e Governo Estadual - R\$4,8 milhões	Universidades do sul do Brasil

Quadro 2.2. Projetos e Programas Genoma do MCT/CNPq (continuação)

Projeto (início e término do seqüenciamento)	Alvo	Apoio financeiro	Participantes
Programa de Implantação do Instituto de Biologia Molecular do Paraná (IBMP) - 2001 – 2004	Genômica funcional do <i>Trypanosoma. Cruzi</i> : seleção e caracterização de novos genes e análise de novos alvos quimioterápicos para a doença de Chagas	MCT/CNPq; Consórcio Instituto Biologia Molecular do Paraná, Fiocruz e UMC/SP	IMB/PR, Fiocruz e UMC/SP
Rede Sul de Análise de Genoma e Biologia Estrutural – PIGS - 2001 – 2004	<i>Mycoplasma hyopneumoniae</i> - doença em suínos	MCT/CNPq e Fapergs	Universidades e institutos de pesquisa da região sul, SP, LNCC, Embrapa Suínos e Aves
Rede Genoma Norte – RealGene - 2001 - em andamento	Organizar a rede de laboratórios na Região da Amazônia Legal - seqüenciamento do genoma de <i>Paullinia cupana</i> - Guaraná	MCT/CNPq, Suframa, ADA, BASA e Governo Estadual	Universidades e institutos de pesquisa da região Norte
Genoma EST do camarão - 2003 - 2005	<i>Litopenaeus vannamei</i> : crescimento, resistência a patógenos e qualidade alimentar	MCT/CNPq, ABCC, SINTEC/RN e FAPs - R\$3 milhões	Universidades e institutos de pesquisa de SP, RS, SC, PA e região Nordeste
<i>Anopheles darlingi</i> - 2005 - em andamento	Controle da malária	MCT/CNPq	Universidades e institutos de pesquisa brasileiros
Rede Nacional de Biologia Molecular e Estrutural - 2003 - em andamento	Identificação de estruturas de proteínas codificadas por genes	MCT/CNPq, LNLS e Centro Nacional de Ressonância Magnética Nuclear da UFRJ	10 laboratórios brasileiros

Fonte: Documentos e relatórios do MCT/CNPq (www.mct.gov.br e www.cnpq.br)

Rede BRGene: 25 laboratórios e institutos de pesquisa brasileiros; ND: não disponível

Alguns resultados do esforço da pesquisa genômica no país incluem o patenteamento de genes decifrados do projeto *Chromobacterium violaceum*, entre eles 11 seqüências depositados no banco de dados do National Institute of Health (NIH - Genbank) norte-americano. Este banco sobre genomas é público e, além de colocar a pesquisa brasileira em evidência, junto com o

registro da patente, garante a prioridade dos pesquisadores brasileiros no estudo e desenvolvimento tecnológico a partir dessas descobertas.

Também foram vários os artigos científicos publicados nos mais importantes periódicos especializados internacionais, como Nature, Science, Nature Biotechnology, Proceedings of The National Academy of Sciences of the United States of America, PNAS, Journal of Bacteriology, Molecular Plant-Microbe Interactions.

Spin offs também constituíram um resultado importante do trabalho desenvolvido com o seqüenciamento da *Xylella fastidiosa*. Três empresas de genômica aplicada foram criadas pela Votorantim Ventures, fundo de capital de risco do Grupo Votorantim, em associação com pesquisadores do Programa Genoma-FAPESP. Com aporte de R\$ 30 milhões para um período de seis anos, foi criada, em abril de 2002, a Alellyx Applied Genomics, uma empresa de pesquisa e desenvolvimento de produtos de biotecnologia, cujo objetivo é a geração e comercialização de patentes na área de genômica aplicada. Pouco mais de um mês depois foi anunciada a formação de outra empresa, a Scylla, atuando na área de bioinformática, e em março de 2003 foi lançada a Canavialis, com recursos da ordem de R\$ 25 milhões para investimentos no setor sucroalcooleiro, visando ao desenvolvimento de novas variedades de cana-de-açúcar com técnicas de biologia molecular e biotecnologia.

Podemos afirmar que o Brasil tem uma trajetória de sucesso no campo das pesquisas em genômica e bioinformática. Os programas e projetos apoiados pela Fapesp e Governo Federal nos últimos anos e destacados nos quadros 2.1. e 2.2. vêm colocando o Brasil como um dos principais países na condução de pesquisas nessas áreas e resultaram com laboratórios com excelente infraestrutura, recursos humanos altamente especializados em termos de pesquisas científicas na área de genômica e biologia molecular em escala e escopo suficientes para que novos produtos e processos venham a ser desenvolvidos. Além disso, aglutinam, virtualmente, laboratórios e grupos de pesquisa localizados distantes fisicamente e maximizam os recursos por agregar diversos pesquisadores em torno de um banco de dados central.

Ficam claros a importância e o significado da iniciativa brasileira no desenvolvimento dos projetos genomas, mas como vimos anteriormente ainda se discute muito seus nexos com a produção de inovações, os obstáculos à transformação de conhecimentos científicos em biotecnologias e as potencialidades abertas dos novos mercados derivados de pesquisa em genética molecular. Essas discussões incluem questões sobre o papel da universidade como

agente de desenvolvimento econômico, questões éticas, legais e sociais derivadas das atividades em genômica, entre um sem número de outras e de seus particulares desdobramentos (Silveira *et al.*, 2001).

Passada a euforia do seqüenciamento de vários organismos no Brasil, com a geração de um grande número de seqüências e a constituição de grandes bancos de dados e levando-se em consideração que, embora o mercado de equipamentos de seqüenciamento não se esgote enquanto existirem organismos ainda não seqüenciados na natureza, o grande esforço global nesse sentido já foi realizado. A comunidade acadêmica encontra-se, atualmente, muito mais interessada nos passos subseqüentes, além do que já há um grande parque instalado de equipamentos do gênero no Brasil, não sendo de se esperar um novo *boom* nessa área. Assim, o trabalho se concentra na chamada pós-genômica, isto é, no estudo sistemático das funções dos genes, envolvendo diferentes estratégias de ação, como a análise dos transcriptomas, do genoma funcional e da proteômica, no sentido de se desenvolverem pesquisas aplicadas para promover o desenvolvimento tecnológico e a formação de empresas de base tecnológica.

A maior parte dos projetos encontra-se no momento na fase de *data mining* (mineração de dados) e anotação de genes, que são atividades potencialmente geradoras de biotecnologias, porque com elas é possível comparar anotações genéticas das diversas regiões do genoma em estudo, que poderão gerar informações relevantes para aplicação.

Em 2003, o MCT implantou a Rede Nacional de Proteoma, em parceria com a Finep, o CNPq e as FAPs e Secretarias de Ciência e Tecnologia estaduais, com o objetivo de agregar competências na área, induzindo a organização de redes estaduais, proporcionando a formação de recursos humanos, e criar um ambiente favorável para a troca de experiências por meio de intercâmbio científico para integrar as ações já concluídas em pesquisa genômica com os estudos avançados de proteoma (Biopop, 2005). No início, foram desenvolvidas duas redes de proteômica no país com o objetivo de identificar a estrutura de proteínas codificadas por determinados genes descobrindo, dessa forma, a função biológica desses genes, assim como a obtenção da estrutura tridimensional da proteína. São elas a Rede SMolBNet (sigla, em inglês, de Structural Molecular Biology Network), criada com o objetivo geral de desenvolver a biologia molecular estrutural no

Estado de São Paulo⁶⁹ e a Rede Nacional de Biologia Molecular Estrutural, financiada pelo CNPq⁷⁰, na qual estão associados dez grupos científicos de todo o Brasil.

Ainda não há resultados passíveis de desenvolvimento decorrentes do trabalho das redes proteômicas. O programa sofreu atrasos na importação de materiais e também na liberação de recursos, o que atrasou os trabalhos dos grupos, forçando a um redirecionamento do programa, que foi reformulado gerando o GenoProt do qual participam as redes estaduais de pesquisa dos estados do Amazonas, Bahia, Ceará, Goiás, Minas Gerais, Paraná e Rio de Janeiro (www.mct.gov.br, acesso em 17/05/2006).

O que se espera é que o conhecimento produzido ao longo do processo esteja disponível para novas utilizações sejam elas novos processos de produção acadêmica, como publicações em revistas especializadas e formação de pesquisadores, sejam processos mais propriamente voltados ao desenvolvimento tecnológico, que levem a novas drogas ou novos testes diagnósticos pela indústria farmacêutica, novas variedades de produtos agrícolas com melhor qualidade e produtividade, dentre outros.

Mas, em que pese o grande mérito alcançado na área de genômica, ainda existem gargalos preocupantes principalmente no que diz respeito à transposição do conhecimento científico gerado nas universidades e instituições de pesquisa em inovações biotecnológicas em produtos e processos, que podem comprometer o desenvolvimento futuro de redes de pesquisa nessa área (Valle, 2005). As redes de pesquisa genômica no Brasil ainda são em sua maioria redes científicas, desenvolvendo pesquisa básica e para que tenham resultados precisam apresentar nexos com o pólo tecnológico e de mercado (Dal Poz *et al.*, 2004).

Segundo esses autores, para que novas biotecnologias sejam internalizadas e possam gerar *spin offs* é necessário um conjunto de políticas capazes de potencializar os resultados da pesquisa genômica para os mercados nacionais fazendo as redes crescerem e as aplicações biotecnológicas serem multiplicadas, permitindo a interação entre os três pólos: científico, tecnológico e de mercado. Também instrumentos que assegurem a apropriabilidade dos resultados da pesquisa básica são fundamentais para que isso efetivamente possa ocorrer, assim como a aproximação do

⁶⁹ A Rede SMolBNet integra 16 grupos científicos de 6 universidades e institutos de pesquisa paulistas (Unicamp, USP, Unesp, UMC, EPM, Unifesp), é coordenada pelo Centro de Biologia Molecular Estrutural do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS), sediado em Campinas (<http://www.lnls.br>).

⁷⁰ O LNLS coordena a rede nacional junto com o Centro Nacional de Ressonância Magnética Nuclear da Universidade Federal de Rio de Janeiro (UFRJ), integrando dez grupos científicos de todo o Brasil (<http://www.lnls.br>).

setor produtivo com o de pesquisa básica, que consiste no primeiro passo para que se estabeleçam vínculos de interesse e desenvolvimento de pesquisa de cunho tecnológico (Silveira *et al.*, 2001).

Mas, esse ponto é ainda mais preocupante, uma vez que a maior parte dos investimentos em CT&I vem do setor público, com participação discreta dos agentes privados, sendo igualmente necessário incentivar a participação empresarial no empreendimento de atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação (Valle *et al.*, 2002).

O conjunto de políticas públicas deve procurar manter dentro do país o *pool* de capacitações em C&T, assim como os recursos genéticos do país que, de outra forma, poderiam ser facilmente apropriados por outros sistemas de inovação biotecnológica, sem que se possa fazer valer a primazia do Brasil em utilizá-los para dinamizar a economia nacional (Silveira *et al.*, 2001). É importante o estabelecimento de novos mecanismos institucionais de financiamento e incentivos para estimular o setor privado a atuar de maneira mais pró-ativa no âmbito dos sistemas de inovação, e essa participação não deve se restringir apenas no financiamento à inovação, mas também nas atividades de pesquisa e desenvolvimento.

Também se observa hoje no país que, embora tenhamos recursos humanos capazes de traduzir os resultados do seqüenciamento genético em novos conhecimentos aplicáveis na produção de novas variedades de produtos agrícolas, novas drogas e vacinas, dentre outros, não existe no Brasil uma lei que favoreça a aplicação desses resultados, como nos EUA, onde são intensamente utilizadas as ferramentas de apoio à decisão em solicitar patentes, licenciar biotecnologias, firmar acordos de transferência de biotecnologias da universidade para a indústria e contratar pesquisa tecnológica (Dal Poz *et al.*, 2004).

O arcabouço legal é importante nesse contexto, para respaldar e dinamizar as várias iniciativas a serem desenvolvidas nessa área e que poderão se tornar em mecanismos de estímulo ao desenvolvimento à P&D&I e à formação de redes interativas bem como influenciar a diminuição dos custos de transação de forma a beneficiar os acordos de cooperação e inovação em biotecnologia (Valle *et al.*, 2002).

A aprovação da Lei de Inovação que prevê parcerias entre empresas, universidades e institutos científicos e tecnológicos deve estimular o processo de inovação no Brasil, uma vez que seu objetivo principal é incentivar e apoiar as empresas, sejam elas nacionais ou multinacionais, a investir em atividades de pesquisa e desenvolvimento tecnológico por meio da concessão de recursos financeiros, humanos, materiais e de infra-estrutura. A Lei também deve

facilitar e dinamizar a transferência do conhecimento em bens e serviços, por meio de um conjunto de instrumentos, tais como a permissão de que o pesquisador se ausente da universidade por um certo período, a fim de ingressar em uma empresa de base tecnológica, ou ainda a possibilidade dos pesquisadores envolvidos na pesquisa colaborativa receberem *royalties* decorrentes de patentes e de contratos de transferência de tecnologia.

O governo do Estado de São Paulo também coloca em aprovação a Lei de Inovação para o Estado, a qual propõe a criação do Sistema Paulista de Inovação Tecnológica, integrante do Sistema Inova SP, com o objetivo de revitalizar o desenvolvimento sustentável do Estado pela inovação tecnológica privada e pública, além de abranger também o estabelecimento de parques tecnológicos e incubadoras de empresas de base tecnológica e outro sobre os incentivos à importação de equipamentos.

Vantagens competitivas na disputa por mercados mais sofisticados apontam para um novo cenário de atividades produtivas, abrindo novas oportunidades para o crescimento e a competitividade, estimulando o surgimento de empresas diferenciadas em termos de competência científico-tecnológica e destinadas a gerar produtos de alto valor agregado para um novo mercado e para consumidores cada vez mais exigentes (Assad e Aucélio, 2004).

Uma ação integradora e facilitadora por parte do Governo no que tange à coordenação de suas atribuições de regulamentação, expansão e diversificação de instrumentos e volume de financiamento, atividades de interface entre o público e o privado, assim como sua intervenção por meio de políticas tributárias que considerem as especificidades dos setores envolvidos em termos de necessidade de pesquisa e inovação deve, portanto, ser implementada.

Assim, é importante a necessidade de desenvolver mecanismos de apoio à cooperação entre universidades, institutos de pesquisa e o setor privado na execução da pesquisa, mediante a formação de arranjos institucionais, que tem por isto recebido atenção destacada nas políticas de CT&I dos países desenvolvidos, dado que esta sinergia tem se mostrado, historicamente, de alta relevância para a obtenção de resultados positivos no que tange à geração de novos conhecimentos e inovações.

2.4. Comentários finais

Conforme discutido ao longo deste capítulo, a dinâmica atual da atividade científica e tecnológica vem influenciando a forma de organização da pesquisa e da geração de inovações, cada vez mais críticas ao desenvolvimento dos países, empresas e outras organizações. Segundo Silveira *et al.* (2001), o processo de geração de inovações pode ser visto como uma combinação de diferentes peças de conhecimentos, cada uma agindo como um “*building block*”, que podem ser combinadas inclusive com outros corpos de conhecimentos científicos, como no caso da biotecnologia, que hoje compõe, com a genômica, a biologia molecular e a informática, complexos sistemas de geração de inovações.

Em função dessa crescente sofisticação do processo inovativo, seja pela complexidade da base de conhecimentos requerida para viabilizar a introdução de inovações, pelo caráter multidisciplinar envolvendo diferentes áreas do conhecimento ou ainda pelos importantes *feed-backs* associados às diversas etapas do processo de P&D, que promove uma interação bastante forte entre os seus atores, observa-se uma tendência à adoção e consolidação de arranjos institucionais cooperativos para a organização e execução da atividade inovativa.

No caso da genômica e da biotecnologia, a formação de arranjos de cooperação, como as redes de pesquisa, torna-se fundamental para dinamizar o processo de aprendizado e para a integração de ativos complementares retidos pelos diferentes atores envolvidos no processo de P&D, visando retroalimentar e impulsionar o processo inovativo e a aproximação entre as esferas científica e tecnológico-industrial e explorar seu potencial econômico.

O Brasil possui hoje redes de pesquisa genômica focadas em áreas de grande importância no cenário mundial. No setor agrícola, vários grupos estão centrados na obtenção de resultados tecnológicos que garantam a melhoria da qualidade e produtividade e a redução dos efeitos de pragas de grandes culturas. No setor de saúde, pesquisadores têm investigado organismos promotores de graves doenças no país, na tentativa de identificar genes-alvos para controle e produção de novas drogas, produção de kits diagnósticos, vacinas, entre outros.

No entanto, embora o Brasil tenha hoje um corpo de pesquisadores altamente qualificados, infra-estrutura adequada e inúmeros projetos em desenvolvimento, que vêm gerando um grande banco de dados com informações científicas importantes, até o momento não se observam resultados que possam levar ao desenvolvimento de inovações biotecnológicas de

modo a afetar as trajetórias tecnológicas de diferentes setores industriais e os padrões de comercialização de produtos e processos a partir da produção técnico-científica.

Algumas ações do Governo nos últimos anos vêm favorecendo a interação entre os diferentes atores que compõem a atividade inovativa, no entanto, ainda são várias as lacunas a serem preenchidas de modo que o pólo científico possa apresentar nexos com os pólos tecnológico e de mercado, segundo as definições de Callon (1992).

Para que os resultados da pesquisa genômica possam vir a ter aplicações biotecnológicas, permitindo o desenvolvimento dos mercados farmacêutico e agro-industrial, deve existir uma reavaliação e reformulação das políticas nacionais de CT&I, tornando-as mais efetivas e funcionais. A necessidade de se buscar novas fontes de financiamento, mais estáveis e duradouras, definir prioridades de pesquisa, promover uma maior articulação interinstitucional e participação mais pró-ativa das empresas, tanto no financiamento como na execução da pesquisa, são hoje instrumentos fundamentais para o desenvolvimento de inovações.

Como as universidades e institutos de pesquisa são instituições-chave dessas redes devem estar apoiadas por mecanismos de garantia de apropriabilidade dos resultados de pesquisa, de ganhos e retorno dos investimentos públicos em C&T. Daí a urgência em se implementar mecanismos formais e ágeis de transferência de tecnologias e da definição e implementação de instrumentos de colaboração formal e de apropriação legal dos ganhos da pesquisa, numa lógica que contemple os interesse nacionais de manutenção dos recursos genéticos na forma de biotecnologias internalizadas em instituições públicas (Silveira *et al.*, 2001).

Também a interação entre os diferentes atores que integram as redes de pesquisa leva à necessidade de se implementar políticas de fomento à colaboração, tanto entre os atores de pesquisa científica e tecnológica quanto para que novas formas de financiamento destas atividades sejam criadas. Para que isso ocorra é imprescindível que ganhem força a Lei de Inovação do Governo federal e a Lei estadual em São Paulo.

De uma maneira geral, o que se observa é que as redes de pesquisa em genômica são hoje estratégicas na aproximação entre governo, universidades e institutos públicos e privados de pesquisa e o setor produtivo, sendo base para o estabelecimento de futuras relações capazes de gerar inovações tecnológicas.

Como se observa nos países centrais, notadamente nos EUA, o quadro de vitalidade da biotecnologia está baseado no fato de que existe uma forte estrutura de governança que promove

as interações dinâmicas entre a produção de conhecimento e a geração de novas tecnologias, ficando evidente que os arranjos em redes de pesquisa no caso da genômica é um fator de grande importância na geração de modernas biotecnologias.

E isso pode ser conseguido por meio de ações concretas que possam produzir uma articulação entre a produção do conhecimento científico e o ambiente tecnológico e produtivo.

Considerando que diferentes combinações de atores e intermediários que levam a diferentes estruturas e, conseqüentemente, a diferentes resultados, os conceitos e o instrumental discutidos até o momento permitirão uma análise bastante interessante da dinâmica das redes estudadas (Vassoura de Bruxa e *Genolyptus*), possibilitando avaliar as relações e o comportamento dos setores industriais de cacau e chocolate e de papel e celulose na organização da pesquisa, como esses arranjos permitem que o conhecimento flua para a geração de inovações biotecnológicas e como a interação entre os diferentes atores pode impactar o processo de aprendizagem técnica e institucional desses segmentos.

O capítulo 3, a seguir, discute a formação das redes genômicas da Vassoura de Bruxa e do *Genolyptus*, com base nos instrumentos apresentados nos capítulos 1 e 2, visando apontar os elementos mais relevantes para a compreensão da constituição e do desenvolvimento das atividades relacionadas aos projetos, assim como suas principais particularidades, permitindo uma análise rica das motivações e estratégias para a formação de redes genômicas no país.

CAPÍTULO 3. AS REDES GENÔMICAS DA VASSOURA DE BRUXA E DO *GENOLYPTUS*

A análise das redes genômicas da Vassoura de Bruxa e do *Genolyptus* pode ser estruturada a partir das contribuições teórico-conceituais discutidas nos capítulos precedentes. Os elementos que caracterizam essas abordagens nos permitem compreender as transformações que vêm redefinindo a maneira como se estabelecem as agendas de pesquisa, os arranjos institucionais nos quais se desenvolvem as atividades de pesquisas, os critérios de validação do conhecimento e, particularmente, os modos de transferência, disseminação e utilização do conhecimento, elementos que têm importantes implicações na geração de inovações e na dinâmica concorrencial dos diferentes setores industriais.

Assim, para o estudo das redes genômicas da Vassoura de Bruxa e do *Genolyptus* é essencial entender a sua lógica de organização, o processo que gerou sua emergência e subsequente evolução. Isto significa compreender como os diferentes atores se organizam, como são estabelecidas as alianças entre eles, como os atores mobilizam apoio (financeiro, inclusive), como ocorrem os fluxos de informações (publicações, patentes etc.). Desta forma, a descrição e a análise dessas redes podem fornecer insumos para a elaboração de políticas de CT&I.

As redes também refletem a dinâmica tecnológica dos setores de cacau e chocolate e papel e celulose, à medida que estes arranjos revelam os atores, instituições e a forma de organização que estes imprimem na tentativa de resolução de um problema específico – o controle de um fitopatógeno no caso do projeto genoma da Vassoura de Bruxa e ganhos de produtividade no caso do projeto *Genolyptus*.

Este capítulo faz uma discussão sobre a formação, a implementação e o desenvolvimento das redes de pesquisa dos projetos Genoma da Vassoura de Bruxa e do *Genolyptus* baseada nas informações obtidas via questionários aplicados, entrevistas e levantamento de documentos tanto sobre as culturas e os mercados, como sobre os projetos. Procurou-se, dessa forma, identificar os pontos mais relevantes para a compreensão da constituição e do desenvolvimento das atividades relacionadas aos projetos e, com as informações obtidas, encontrar as principais especificidades na concepção dessas redes, apoiadas em nosso pressuposto inicial: as redes genômicas da Vassoura de Bruxa e do *Genolyptus* refletem a dinâmica técnico-concorrencial dos seus mercados, a forma de interação dos diferentes atores nas cadeias produtiva e inovativa e a forma de organização da pesquisa destes setores industriais.

3.1. A Rede Genômica do Estado da Bahia – Projeto Genoma da Vassoura de Bruxa: motivações e principais características

Até o início do ano 2000, as iniciativas de pesquisa em rede de genoma no Brasil se limitaram ao Estado de São Paulo, com o apoio da FAPESP, um órgão com importante estrutura financeira e científica para a coordenação de grandes projetos nessa área. A repercussão do projeto genoma da *Xylella fastidiosa*, bactéria causadora do amarelinho da laranja, fez os outros estados e a federação perceberem a importância do fenômeno e com isso diversas iniciativas em pesquisas genômicas tiveram origem no país, como abordado no capítulo 2.

O segundo estado brasileiro a financiar uma rede genômica foi o da Bahia, por meio de sua Secretaria de Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária (Seagri) que apoiou o desenvolvimento do projeto genoma do fungo *Crinipellis pernicioso*, causador da doença vassoura de bruxa nos cacaueiros, doravante denominado PGVB.

Motivado por esses trabalhos e, principalmente, pelas perspectivas de crescimento na área de genômica, e identificando uma grande oportunidade de promover um estudo de um dos grandes problemas da agricultura brasileira - a doença vassoura de bruxa em plantações de cacau no Estado da Bahia, o Laboratório de Genômica e Expressão (LGE) do Instituto de Biologia da Unicamp, organizou uma rede de pesquisa para conduzir um projeto genoma.

Um dos fatos que determinou essa iniciativa foi que a situação baiana guarda uma semelhança grande com a paulista: a existência de fitopatógenos que vêm dizimando duas culturas de importância econômica no país - citros e cacau. Outros desdobramentos importantes são o ecológico, pois diversos cacaucultores têm abandonado a cultura, que preserva a floresta tropical, para gerar pastos, cultura rasteira que não resiste ao clima tropical de chuvas abundantes, erodindo o solo e destruindo a biodiversidade, e social, pois grande parte da população do sul da Bahia tem a sua atividade ligada direta ou indiretamente à cultura do cacau. Embora a doença seja conhecida há mais de 100 anos, trata-se de um processo parasitário extremamente complexo para o qual se tinha pouco conhecimento real, a exemplo do que ocorria com a *Xylella*.

Segundo seu coordenador⁷¹, o PGVB teve por objetivo a criação de uma rede científica com base na Bahia para a realização do sequenciamento do genoma do fungo *Crinipellis pernicioso* e o estabelecimento de uma plataforma de pesquisa genômica nesse Estado para

⁷¹ Dr. Gonçalo Amarante Guimarães Pereira, Professor Associado – Livre Docente do Instituto de Biologia da Unicamp.

compreender a doença e gerar uma base tecnológica capaz de buscar soluções para o seu controle. Os dados do trabalho de seqüenciamento do PGVB poderão fornecer elementos importantes para o desenvolvimento futuro de produtos e processos biotecnológicos, como fungicidas e agentes de controle biológico mais eficientes, drogas inibidoras do fitopatógeno, além do desenvolvimento de variedades de cacau mais resistentes. Junte-se a isso o fato de que a formação dessa rede possibilitou munir o Estado com uma tecnologia avançada, integrando pesquisadores de várias instituições e universidade baianas, não somente para esse objetivo como também para futuras atividades voltadas para a resolução de outros problemas de natureza agropecuária ou mesmo que afete a saúde pública (vírus, bactérias ou parasitas).

O projeto inicial foi formalizado por um Protocolo de Intenções entre o Governo do Estado da Bahia, por meio da Seagri, Secretaria da Educação (SEC) e seu órgão vinculado, UESC, a União, através do Ministério da Agricultura e do Abastecimento e seus órgãos vinculados, Ceplac e Embrapa, a Unicamp e o Fundo Baiano de Defesa da Cacaucultura (Fundecau), e assinado em setembro de 2000. Nessa 1^a. etapa – o estabelecimento da rede -, o processo decisório consistiu num ajuste e compromisso entre as partes integrantes, no qual os elementos de negociação foram as estratégias de pesquisa de combate à doença, a distribuição das atividades por grupo em função da infra-estrutura existente, a distribuição de recursos, as formas de acompanhamento e discussão dos resultados e a agenda de reuniões técnicas e de avaliação, além da concordância quanto à incorporação de novos grupos à rede genômica no decorrer do projeto (universidades, institutos de pesquisa e empresas privadas). A participação de instituições de fora do estado da Bahia justificou-se na medida em que a Unicamp possui ampla experiência no desenvolvimento e condução de genomas e o Cenargen uma longa tradição em biologia molecular. Entretanto, o esperado era que, ao longo do desenvolvimento do projeto, as instituições baianas adquirissem o *know-how* necessário e suficiente para no futuro conduzir projetos genoma em sua totalidade, desenvolvendo suas próprias linhas de pesquisa e contribuindo para a implantação e estruturação de laboratórios de biologia molecular e cursos de graduação e pós-graduação nessa área.

Essa etapa de formulação é de fundamental importância e deve ser feita de maneira criteriosa e bem planejada, uma vez que os resultados dependem fortemente do “*ponto de partida*”, como citado por Callon *et al*, (1992: 227).

Em junho de 2001, o projeto foi ampliado no âmbito das Redes Regionais de Estudos Genômicos do MCT/CNPq⁷², tendo sido incluídas a Universidade Federal da Bahia (UFBA - Faculdade de Farmácia e Instituto de Biologia), a Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) e a Universidade Católica do Salvador (UCSal). Nessa 2^a. etapa – a ampliação da rede -, ocorreu nova rodada de negociações, promovendo um novo ajuste entre os atores com a redistribuição das atividades de seqüenciamento, acompanhamento e discussão dos resultados e distribuição de recursos, materiais e equipamentos, que seriam alocados nas instituições para criar infra-estrutura para a condução de projetos em biologia molecular, um dos objetivos principais a ser atingido pelo PGVB. Uma nova estrutura de coordenação foi estabelecida com a entrada dos novos atores.

Nessa época, havia também uma possibilidade de os produtores de chocolate, por meio do Instituto Brasileiro de Estudos e Pesquisa em Cacaucultura (Ibecau) e também da Fapesp se interessarem pelo projeto e alocarem recursos por meio da rede de seqüenciamento AEG, cumprindo parte do seqüenciamento necessário para uma melhor cobertura do genoma de *Crinipellis perniciososa*. O interesse era justificado pelo fato das indústrias de chocolate em sua maioria estarem sediadas em São Paulo e precisarem do cacau baiano, pois uma mudança da fonte de sementes levaria a uma completa alteração do "flavor" do chocolate nacional. Esta proposta não foi à frente e a indústria chocolateira não participou do projeto, nem a Fapesp.

O valor total do projeto foi de aproximadamente R\$ 2,5 milhões, sendo R\$ 1,3 milhão provenientes da Seagri/BA, R\$ 900 mil do MCT/CNPq para aquisição de suprimentos e material permanente de pesquisa e R\$ 315 mil com bolsas de desenvolvimento científico e tecnológico específicas para esse projeto. Vale mencionar a expressiva contrapartida da Unicamp e do Cenargen, que já possuíam infra-estrutura, equipamentos, material e pessoal treinado nas atividades de genômica e que foram decisivos na implementação do PGVB.

Para a condução do projeto formou-se uma rede virtual, com o desenvolvimento, pelo laboratório de bioinformática do LGE/Unicamp, de um sistema de gerenciamento técnico e administrativo. Esse sistema proporcionou um melhor acompanhamento e avaliação do projeto, pois continha todas as informações geradas pelas atividades desenvolvidas pelos grupos, desde a utilização de recursos e sua distribuição ao longo dos meses, assim como os dados científicos que evidenciavam o cumprimento de metas estipuladas para cada instituição no processo de

⁷²As redes que integram o Programa Genomas Regionais estão citadas no Capítulo 2, item 2.3.

formulação, constituindo-se numa ferramenta importante de apoio à gestão e contribuindo para a formulação de ajustes e redefinição das ações. O sistema visou garantir a interatividade entre os grupos e estimular o uso das ferramentas disponíveis, permitindo também uma aprendizagem contínua dos diversos participantes envolvidos, evidenciando novamente o caráter dinâmico e evolutivo do arranjo em redes.

Ao longo do tempo, no entanto, observou-se que algumas instituições não apresentavam o desempenho esperado pelo volume de gastos apresentados (excessivos e incompatíveis com as necessidades do projeto), provocando assim novas negociações e ajustes entre os grupos, ficando sob a responsabilidade da Unicamp a gestão financeira, procurando um controle mais eficiente com respeito à utilização dos recursos (financeiros, materiais e humanos) em relação às atividades e resultados atingidos (atividades planejadas x realizadas). Nesse período, a rede PGVB vivenciou uma nova fase, caracterizada pela centralização em um dos atores – a Unicamp, que passa a ser o ator dominante/central na gestão dos recursos. Ou, nas palavras de Callon (1992), parte-se de uma situação de complementariedade para uma de substitutibilidade.

É interessante observar que a gestão financeira é um dos elementos fundamentais para uma boa coordenação e alinhamento da rede de pesquisa e um dos pontos de maior conflito entre os atores, ficando clara a importância de um compromisso *ex ante* que defina a utilização de recursos e o desenvolvimento das atividades dos grupos, como uma forma de cobrança de desempenho e acompanhamento⁷³. Por essa razão, é indispensável implementar um sistema de controle gerencial que proporcione um grau de transparência entre os participantes e contribua para a adoção de soluções equilibradas com relação à utilização de recursos, prazos e qualidade técnica e científica.

Atrasos na importação de materiais de consumo e equipamentos pelo CNPq - foram quase dois anos entre a licitação e a chegada dos materiais nas instituições participantes -, problemas de adaptação dos pesquisadores e técnicos envolvidos com a padronização das novas metodologias de biologia molecular, assim como o controle mais rígido na utilização dos recursos acabou gerando instabilidade entre os atores, vindo à tona os chamados “conflitos encobertos” (Dagnino *et al.*, 2002) frente às novas disposições, inclusive com a saída do grupo da UCSal e do Cenargen/Embrapa, favorecendo um ambiente para redistribuição das atividades e uma

⁷³ No caso dos projetos genomas da Fapesp, como o AEG, a liberação de recursos estava vinculada à produtividade na geração de seqüências, o que havia sido previamente estabelecido entre os grupos participantes.

conseqüente reorganização da rede. Nesse ponto podemos identificar uma quarta fase, caracterizada pela reorganização da rede em razão da saída de dois atores.

Os procedimentos de supervisão e avaliação do projeto tiveram seu foco direcionado, prioritariamente, para os aspectos operacionais da execução da pesquisa e de gestão de recursos do projeto. Uma vez que as atividades são interdependentes, foram realizadas reuniões técnicas parciais e encadeadas entre os grupos executores e também com os comitês de acompanhamento e avaliação da Seagri/BA e do MCT/CNPq, de maneira que cada uma delas fosse condição necessária para a implementação da subsequente.

Essas reuniões técnicas permitiram identificar as ações-chave visando potencializar os resultados esperados e determinar o sucesso do programa num prazo mais longo e foram bastante úteis para rever e repensar algumas ações, não somente na avaliação do rendimento dos grupos executores quanto às atividades de seqüenciamento, mas também pautada em ações posteriores. Essas ações envolveram um critério mais subjetivo, de satisfação dos atores envolvidos, como a integração com outros grupos de pesquisa, a capacidade de identificar e iniciar trabalhos em linhas de pesquisa de interesse e dentro do escopo do projeto, pelo número de estudantes de pós-graduação integrados ao projeto, publicações e participação em reuniões e eventos científicos, financiamento de projetos com recursos de outras fontes, o que de uma certa forma permite medir o sucesso ou fracasso na implantação da rede genômica em questão.

Como visto, a rede do PGVB foi formada inicialmente por duas universidades estaduais (Unicamp e UESC) e dois institutos de pesquisa federais (Embrapa/Cenargen e Ceplac), tendo sido incorporadas, numa segunda etapa, mais 3 universidades baianas, uma federal, uma estadual e uma privada (UFBA, UEFS e UCSal). A Figura 3.1. mostra a configuração inicial do PGVB, antes da saída do Cenargen e da UCSal, sendo uma rede de abrangência regional, uma vez que a maior parte dos seus atores está localizada no Estado da Bahia – as exceções são a Unicamp e o Cenargen/Embrapa.



Figura 3.1. Abrangência do PGVB: atores e localização

Com a coordenação geral da Unicamp, as instituições participantes do PGVB tiveram suas atividades voltadas principalmente para o seqüenciamento do fungo *Crinipellis perniciosa*, causador da doença vassoura de bruxa em cacau. Ao longo da execução do projeto, novas atividades foram sendo desenvolvidas pelos grupos, decorrentes não somente da experiência adquirida, mas também das suas competências e experiências técnicas e científicas, o que promoveu uma integração e uma aprendizagem bastante positivas entre os grupos e permitiu novas linhas de ação para o combate à doença. Novamente aqui fica evidente a importância do trabalho cooperativo, em função principalmente da complementariedade de ativos (Teece, 1986), das diferentes formas de aprendizagem (Dosi, 1988) e do estabelecimento de novas competências e habilidades específicas (Teece, Pisano e Shuen, 1997). O Quadro 3.1. mostra o perfil dos atores participantes do PGVB, assim como suas atribuições no projeto.

Quadro 3.1. Instituições participantes e atividades no PGVB

Universidades e Institutos de Pesquisa	Localização	Unidade/Departamento e Laboratório Participante	Atividades no Projeto
Unicamp	Campinas, SP	Instituto de Biologia/Departamento de Genética e Evolução - Laboratório de Genômica e Expressão	Coordenação geral do projeto; coordenação de DNA e bioinformática; Laboratório de seqüenciamento e biologia molecular; treinamento dos grupos em metodologias de seqüenciamento
Universidade Estadual de Santa Cruz	Ilhéus, A	Departamento de Ciências Biológicas - Laboratório de Genética e Biologia Molecular e Laboratório de Bioinformática	Seqüenciamento; estudos funcionais dos genes; genômica de interação planta-patógeno; metagenômica e bioinformática
Universidade Estadual de Feira de Santana	Feira de Santana, BA	Departamento de Ciências Biológicas - Laboratório de Pesquisas em Microbiologia	Preparo de reações e seqüenciamento; anotação " <i>in silico</i> "; estudos de biologia molecular de genes e proteínas associados ao metabolismo de açúcares da parede celular de <i>C. pernicioso</i>
Universidade Federal da Bahia	Salvador, BA	Instituto de Biologia - Laboratório de Biologia Molecular Carmen Lemos	Preparo de reações e seqüenciamento
Universidade Federal da Bahia	Salvador, BA	Faculdade de Farmácia - Laboratório Análises Especializadas em Hematologia e Biologia Molecular	Preparo de reações e seqüenciamento; Organização do cronograma de seqüenciamento pelos grupos de Salvador e Feira de Santana
CEPLAC	Ilhéus, BA	Centro de Pesquisas do Cacau - Laboratório de Biotecnologia	Preparo de reações e seqüenciamento; desenvolvimento e caracterização de microssatélites; estudo populacional e patogenicidade do fungo <i>C. pernicioso</i>
Universidade Católica do Salvador*	Salvador, BA	Departamento de Ciências Biológicas - Laboratório de Estudos do Meio Ambiente	Preparo de reações e seqüenciamento
Embrapa*	Brasília, DF	Cenargen - Recursos Genéticos e Biotecnologia - Plataforma de seqüenciamento de DNA	Preparo de reações e seqüenciamento
Seagri	Salvador, BA	EBDA/Fundecau	Apoio financeiro e gestão de recursos
CNPq	Brasília, DF	Coordenadoria de Biotecnologia e Recursos Genéticos	Apoio financeiro e de gestão; implementação de bolsas

Fonte: Documentos do projeto

*Essas instituições foram desligadas do PGVB

3.2. A Rede Brasileira de Pesquisa do Genoma do *Eucalyptus* – Projeto *Genolyptus*: motivações e principais características

As pesquisas genômicas têm um caráter basicamente acadêmico e transdisciplinar (Gibbons *et al.*, 1994) e, dessa forma, as empresas brasileiras enfrentam restrições tecnológicas e financeiras de sustentar um esforço concentrado nessa área. No entanto, em 1995, seguindo as tendências internacionais de diversos arranjos e cooperativas de biotecnologia florestal constituídas nos últimos 15 anos, surgiu a idéia de formar uma rede brasileira de pesquisa pré-competitiva para o desenvolvimento de um projeto genoma do *Eucalyptus*⁷⁴. No entanto, somente em agosto de 2000, em reunião realizada em Guaíba, RS essa idéia foi retomada por algumas empresas do setor.

A partir daí, e do interesse concreto demonstrado pelos pesquisadores de universidades e institutos de pesquisa e de empresas do setor, e considerando ainda o ambiente favorável ao desenvolvimento das ciências genômicas no país, em novembro de 2000, reuniu-se no MCT, em Brasília, um grupo de pesquisadores de 4 universidades e representantes de 10 empresas florestais operantes no país, ocasião em que foi apresentada a primeira versão do projeto genoma do *Eucalyptus*. Em março de 2001, chegou-se a uma formatação final, com a distribuição das tarefas e definição de data limite para adesão, com a submissão oficial, em maio desse mesmo ano, de um projeto detalhado ao MCT.

Após passar por uma avaliação de mérito científico, equipe técnica, orçamento, articulação e coerência, o projeto para a constituição da Rede Brasileira de Pesquisa do Genoma do *Eucalyptus* – *Genolyptus*, doravante denominado PGL, foi aprovado e lançado em cerimônia oficial no Palácio do Planalto em fevereiro de 2002, iniciando assim suas atividades.

Ao contrário do que se observou com o PGVB, cuja negociação junto à Seagri e CNPq foi relativamente rápida, o longo período entre a formulação e a implementação do PGL, sem dúvida, deveu-se à complexidade das atividades a serem desenvolvidas, à presença de várias empresas de um mesmo setor concorrentes entre si e à tramitação do projeto junto ao MCT/Finep (foram 6 etapas de negociação, ajustes, definição de atores, atividades e compromissos e de

⁷⁴ Segundo Chesnais (1988), o estágio pré-competitivo se refere às atividades de pesquisa e desenvolvimento não relacionadas diretamente com produtos ou processos já introduzidos no mercado, mas aquelas com objetivo de desenvolvimento tecnológico genérico e que pode, posteriormente, ser utilizadas pelas empresas em alguma aplicação prática. Normalmente os acordos desse estágio envolvem financiamento governamental e de empresas e participação de universidades e institutos de pesquisa.

normas e regulamentos entre outros). A inclusão de novos atores também gerou uma nova negociação entre os participantes, já que novamente os aspectos jurídicos e legais tiveram que ser acordados, demandando um tempo bastante longo para assinatura dos aditivos. São dois os aditivos em andamento no projeto, o primeiro visando à inclusão do grupo Raiz de Portugal⁷⁵ já está em circulação há 3 anos e o segundo agrega a rede há 7 meses, o grupo V&M Florestal. Toda essa articulação entre os diferentes atores acaba gerando custos de transação (Williamson, 1987), uma vez que mobiliza não somente os pesquisadores e representantes das empresas, mas também o setor jurídico das instituições em função das especificidades do projeto. De toda forma, os benefícios certamente compensam os custos, dada a participação de novos entrantes num processo já em andamento.

Com o apoio do governo federal, este projeto pré-competitivo constituiu-se num exemplo pioneiro no Brasil de parceria entre o MCT e as competências instaladas no setor produtivo e nas instituições de pesquisa e universidades em um empreendimento de desenvolvimento científico e tecnológico na interface entre ciências genômicas, melhoramento genético, tecnologia da madeira e produção florestal.

O objetivo central do PGL é o descobrimento, seqüenciamento, mapeamento genético e físico e determinação de função de genes de importância econômica de espécies de *Eucalyptus*, visando à incorporação de tecnologias de genética genômica nos programas de melhoramento e produção florestal para incrementar a produtividade e qualidade dos produtos e processos florestais e industriais. É um projeto de cunho científico e tecnológico e, embora resultados em produtos e processos biotecnológicos sejam demorados, espera-se que após a fase inicial de cinco anos do projeto, a base de dados genômicos produzida pela rede PGL possa gerar informações úteis e com perspectivas de resultados concretos para as empresas do setor, em seus respectivos programas de melhoramento genético e dentro das suas estratégias concorrenciais e realidades do mercado em questão.

Segundo o coordenador do projeto⁷⁶, a visão do PGL é bastante clara e foi sendo amadurecida em várias discussões prévias pelos participantes com base na realidade do setor, nas

⁷⁵ O grupo Raiz é formado pelo Grupo Portucel Soportel, que abrange a Empresa Produtora de Pasta e Papel S.A., Sociedade Portuguesa de Papel S.A. e a Aliança Florestal S/A, a Confederação dos Agricultores de Portugal, a Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra e o Instituto Superior de Agronomia de Portugal (Em: www.raiz-iifp.pt, acesso em 27/04/2006).

⁷⁶ A coordenação geral do PGL está a cargo do Dr. Dário Grattapaglia, pesquisador da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (Cenargen) e professor da Universidade Católica de Brasília.

tendências internacionais de mercado de celulose e papel e na perspectiva de desenvolvimento de novos produtos, sendo uma plataforma para iniciativas competitivas nas empresas utilizando a base de dados genômica e o material genético produzido pelo projeto.

O PGL foi orçado em R\$ 7,1 milhões, sendo R\$ 2,2 milhões referentes à participação das empresas e R\$ 4,9 milhões recursos do MCT via Fundos Setoriais, mais especificamente o Fundo Verde Amarelo (FVA), gerenciado pela Financiadora de Estudos e Projetos - Finep. Foi o primeiro projeto no âmbito do FVA para a área de biotecnologia. As empresas também instalaram a rede experimental de campo em suas áreas de florestas plantadas, orçada em cerca de R\$ 1 milhão. Sem essa contrapartida, essa atividade ficaria inviabilizada. O CNPq participa do projeto por meio da implementação de bolsas, no valor de R\$ 540 mil.

A possibilidade de aplicação dos recursos originados tanto por parte das empresas quanto por parte do FVA tem sido essencial, pois permite cobrir outras despesas do projeto no decorrer da execução e é uma das vantagens frente ao PGVB, cujos recursos não puderam ser aplicados. No PGL também foi e está sendo importante a contrapartida das instituições – as universidades e institutos de pesquisa com a infra-estrutura de pesquisa já existente.

O PGL foi contratado junto à Finep com a interveniência da Fundação Arthur Bernardes (Funarbe) de apoio à pesquisa da UFV - MG, que é responsável pelo gerenciamento administrativo e contábil e pela aquisição e importação de todos os materiais de custeio e permanente necessários à execução das atividades. Para um projeto desse porte, é indiscutível a necessidade de um gestor dos recursos com flexibilidade e competência administrativa para que as atividades do projeto fluam sem entraves. Pelo mesmo motivo e para o bom andamento do trabalho em rede, o estabelecimento de normas e regras claras que determinem o seu funcionamento torna-se de fundamental importância.

São vários os documentos que regem a execução do projeto, compreendendo um contrato com a Finep, um termo de confidencialidade e um termo de compromisso que regula a utilização dos recursos, a entrega, recebimento e guarda de material genético pelas instituições, a estrutura de governança da rede e os direitos de comercialização e uso da propriedade intelectual e sua titularidade, bem como a apropriação dos resultados patenteáveis ou não, decorrentes das atividades de pesquisa. A propriedade intelectual está restrita aos participantes, com co-titularidade nas patentes geradas e no material genético produzido pelo projeto. O termo de compromisso contempla, também, o plano de trabalho descrevendo as metas e responsabilidades

institucionais estabelecidas por meio de uma divisão de tarefas e um sistema para aprovação de publicações técnico-científicas e mecanismos de avaliação e eventual desligamento do projeto.

O plano de trabalho do PGL está estruturado em nove subprojetos interligados, coordenados por pesquisadores com formação e experiência na área florestal (fitopatologia (doenças e pragas) do eucalipto e tecnologia da madeira), genética convencional e genômica, biologia molecular, bioinformática, estatística genética, dentre outras. Embora as atividades dos subprojetos sejam descentralizadas, com coordenação própria, elas envolvem a participação de outros atores gerando um *feedback* constante entre os grupos e uma interação bastante importante para o cumprimento das metas estabelecidas e dos resultados esperados. O Quadro 3.2. mostra os subprojetos que compõem o PGL, seus coordenadores e os demais grupos que participam das atividades.

Além das reuniões técnicas, existe uma lista de discussão virtual pela qual os participantes trocam informações sobre o andamento das atividades, permitindo um acompanhamento constante do projeto.

Para a avaliação das atividades, os coordenadores dos subprojetos e das empresas promovem uma reunião anual e reuniões técnicas separadamente por grupos e áreas de atividade (já foram realizadas treze reuniões técnicas, desde o início do projeto, sendo quatro gerais e nove de subgrupos específicos). Nessas reuniões são discutidos o cumprimento das metas estabelecidas, as alterações necessárias nos experimentos, a realocação de equipamentos para melhor aproveitamento, a inclusão de novos participantes, dentre outras, decidindo ou não por modificações que possam vir a gerar resultados melhores e mais importantes para o projeto.

Quadro 3.2. PGL: subprojetos e atores envolvidos

Subprojeto	Título	Instituição coordenadora	Outras instituições da rede envolvidas nas atividades dos subprojetos
1	Instalação e avaliação continuada de uma rede experimental de campo	Empresas privadas*	Embrapa/Cenargen e Embrapa Florestas; UFV – Laboratório de Patologia Florestal e Genética da Interação Planta-Patógeno
2	Internalização de tecnologias de alto desempenho para a avaliação de qualidade da madeira	UFV - Laboratório de Celulose e Papel	VCP e Grupo RAIZ
3	Base genética e identificação de genes que conferem resistência a doenças em <i>Eucalyptus</i>	UFV - Laboratório de Patologia Florestal e Genética da Interação Planta – Patógeno	Empresas privadas que mantêm a rede experimental de campo
4	Construção de mapas genéticos e mapeamento de QTLs	Embrapa-Cenargen e Embrapa CNPAF (Arroz e Feijão)	UFV - Laboratório de Patologia Florestal e Genética da Interação Planta – Patógeno; Unicamp; UFG, UCB, UESC; Grupo RAIZ
5	Construção de mapas físicos localizados no genoma de <i>Eucalyptus</i>	UFV - Laboratório de Patologia Florestal e Genética da Interação Planta - Patógeno	Embrapa - Cenargen; Embrapa Arroz e Feijão – CNPAF; UFG; UCB; UESC; UFRGS
6	Seqüenciamento do transcriptoma de <i>Eucalyptus</i>	UFRGS - Laboratório de Biologia Molecular Vegetal do Centro de Biotecnologia	Embrapa - Cenargen; Embrapa Arroz e Feijão; Unicamp; UFV - Laboratório de Patologia Florestal e Genética da Interação Planta- Patógeno; UFG; UCB; UESC
7	Análise de expressão gênica em microarranjos (microarrays).	Unicamp - Laboratório de Genômica e Expressão	Embrapa - Cenargen; UCB
8	Bioinformática para a análise, integração e disponibilização de dados genômicos.	UCB - Laboratório de Biotecnologia Genômica	Unicamp
9	Genética estatística e métodos quantitativos	UFG - Laboratório de Genética Vegetal e UFLA - Dep. Ciências Exatas	Embrapa - Cenargen; Embrapa Florestas; UFG; Grupo RAIZ

Fonte: Plano de trabalho do projeto

Obs: Coordenação do subprojeto 1 é rotativa entre as empresas com mandato de 12 meses renovável

*Empresas privadas: Aracruz, Celmar, Cenibra, International Paper, Jarí Celulose, Klabin, Lwarcel, RAIZ, Rigesa, Suzano Bahia Sul, Veracel, Votorantin Celulose e Papel, V&M Florestal, Zanini Florestal

A inclusão de novos grupos ao PGL, como o Raiz de Portugal e a V&M Florestal foi aceita por todos os integrantes da rede, uma vez que esses ingressos são benéficos para o projeto, tanto em termos financeiros quanto técnicos. No caso do grupo Raiz, houve a necessidade de uma negociação diferenciada, pois como o projeto é financiado majoritariamente (70%) com recursos do governo brasileiro, derivados da Finep/FVA constituído com impostos pagos por empresas (inclusive aquelas participantes), o acesso de uma instituição de fora do país aos dados implica algum tipo de compensação. Como não houve possibilidade da alocação de recursos pelo Governo Português⁷⁷, o grupo Raiz repassou ao projeto o dobro do valor devido pelas demais empresas privadas participantes e, dessa forma, passou a membro da rede e com o mesmo status das outras instituições participantes em termos de direitos sobre o acesso aos resultados e tecnologias, material genético, propriedade intelectual, acesso a treinamentos em tecnologias genômicas e participação no conselho deliberativo.

Ao longo do tempo, também houve a necessidade de reprogramação de algumas ações em função de fatos técnicos e/ou dificuldades inesperadas ou ainda em alguns casos um planejamento original por demais otimista. Alterações de trajetórias são naturais em um projeto de grande magnitude como é o PGL e refletem as novas oportunidades de investigação e a agregação de novos pesquisadores das instituições participantes. Ou, segundo Callon *et al.* (1992), a execução das atividades de pesquisa envolve uma série de interações que ao longo do tempo rearranjam a rede e dão início a novas conexões e ações originalmente não previstas.

Paralelamente às reuniões anuais, vem sendo oferecido um curso visando à discussão dos resultados apresentados e a atualização de todos os participantes em assuntos tais como métodos de melhoramento florestal, qualidade da madeira, genética genômica e bioinformática etc. Todo esse processo evidencia o caráter dinâmico do projeto, demonstrando a importância das competências e experiência em várias áreas e do aprendizado coletivo, características destacadas nas contribuições da abordagem evolucionista (Nelson & Winter, 1982; Freeman, 1974; Dosi, 1988).

Essa interação e compartilhamento de habilidades são importantes não somente para os pesquisadores das universidades e institutos de pesquisa em tecnologias de melhoramento genético, mas para as empresas que passam a ter acesso a metodologias, capacitação de recursos

⁷⁷ Na visão do Governo português com relação às indústrias de celulose e a pesquisa de eucalipto em Portugal, esta deve ser financiada exclusivamente por empresas privadas (comunicação do representante do grupo na reunião anual do PGL realizada em novembro de 2002 em Campinas, SP).

humanos para a utilização dos dados genômicos e informações científicas relevantes para implementar em seus programas de melhoramento genético e que possam futuramente viabilizar inovações tecnológicas de impacto em biotecnologia genômica florestal.

Também a visibilidade internacional e os resultados já alcançados em termos de construção de recursos experimentais genômicos e de campo vêm despertando o interesse de grupos de pesquisa de eucalipto no mundo em colaborações técnico-científicas com os pesquisadores do PGL. Segundo o coordenador do projeto, propostas e formas de colaboração devem ser discutidas, pois são oportunidades importantes no sentido de explorar da forma mais otimizada possível, a grande quantidade de informações e recursos experimentais que podem ser gerados pelo PGL.

Atualmente, participam do PGL 14 empresas privadas do setor de papel e celulose, sete universidades federais, estaduais e privadas e um instituto de pesquisa federal. A Figura 3.2 mostra os diferentes atores envolvidos no PGL, sendo uma rede de abrangência nacional, uma vez que integra instituições e empresas de todas as regiões do Brasil.

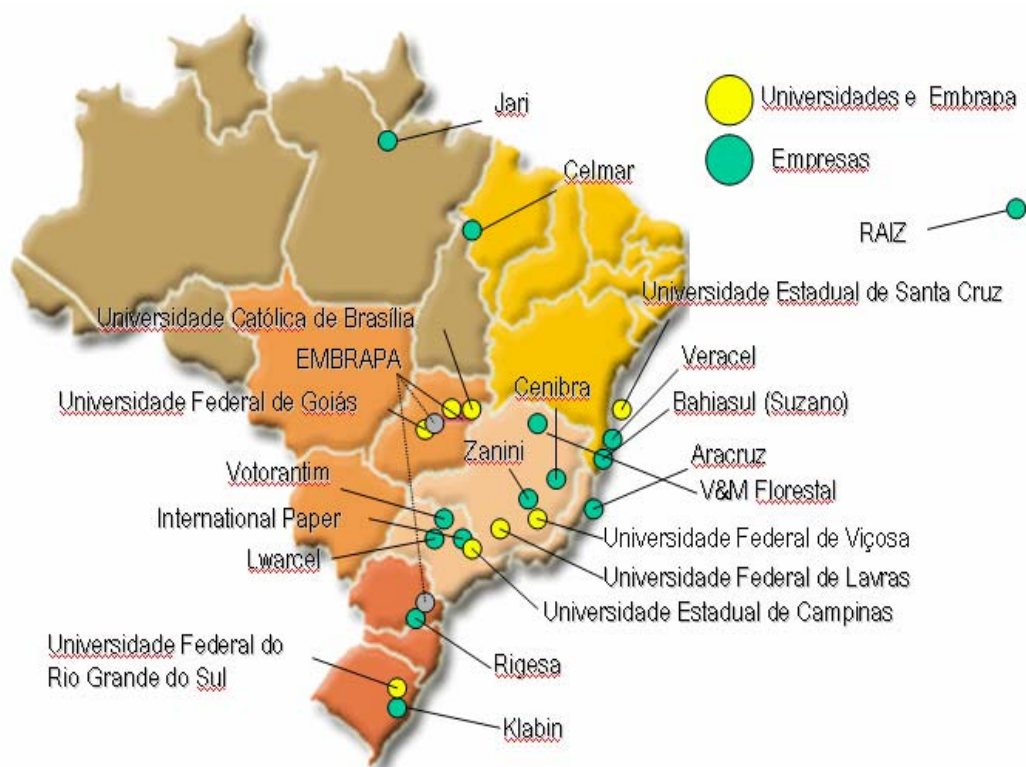


Figura 3.2. Abrangência do PGL: atores e localização

As empresas participantes do PGL, conforme perfil apresentado no Quadro 3.3. do Anexo II, são as maiores do Brasil em produção de celulose e de papel. Têm como principais características, grandes áreas florestais plantadas de eucalipto, principalmente, e *pinus*, além de manter e preservar áreas de florestas nativas. A maior parte dessas empresas tem sua produção voltada ao mercado externo e conta com certificação florestal e de qualidade, de acordo com as normas brasileiras e internacionais. O Quadro também aponta um movimento de fusões e aquisições nos últimos anos entre as empresas de celulose e papel, uma característica internacional do setor, aumentando a concentração e possibilitando maior capacidade competitiva. Essas ações visam, dentre outras, um melhor aproveitamento das estruturas produtivas, uma vez que a integração floresta-celulose-papel permite a redução de custos e a garantia da utilização da celulose eliminando, em alguns casos, a possibilidade de concorrência no mercado.

Com relação às universidades e institutos de pesquisa, observa-se que o PGL concentra instituições com destaque nas áreas científicas envolvidas no projeto, algumas com ampla experiência em silvicultura, como a UFV, UFLA e Embrapa Florestas, outras em genética e genômica, a exemplo da Embrapa/Cenargen e Unicamp, e vários grupos de jovens pesquisadores nas áreas de genômica e biologia molecular, bioinformática e estatística, como a UFRGS, UESC, UCB, UFG e o CNPAF da Embrapa. O Quadro 3.4. do Anexo II mostra o perfil das universidades e institutos de pesquisa participantes do PGL.

3.3. As redes de pesquisa do PGVB e PGL: principais resultados

O objetivo desse item é o de analisar os resultados obtidos nos questionários enviados aos responsáveis pelas atividades de pesquisa de cada instituição participante das redes PGVB e PGL. Para facilitar a análise, os resultados dos dados coletados estão apresentados separadamente, buscando identificar as diferenças na estrutura e conformação dessas duas redes genômicas.

Optar por uma análise comparativa de dois projetos genomas é pertinente com as referências conceituais abordadas nos capítulos precedentes, uma vez que permite discutir a relação entre os diferentes atores envolvidos, a incorporação de novas tecnologias, assim como as transformações provenientes da emergência de novos padrões concorrenciais, principalmente quando se trata de dois setores economicamente importantes para o país. Todos esses elementos permitem avaliar como os atores das duas redes genômicas vêm reagindo frente aos diferentes tipos de transformações (mais principalmente às científicas, tecnológicas e de organização da pesquisa), possibilitando destacar as competências dinâmicas criadas (ou que deveriam ser) para se estabelecer novas trajetórias institucionais tanto no âmbito científico quanto tecnológico.

3.3.1. Projeto Genoma da Vassoura de Bruxa (PGVB): discussão e análise dos resultados

Os questionários estruturados para o PGVB (Anexo IV) foram enviados aos responsáveis pelos projetos nas universidades e institutos de pesquisa (UESC, UEFS, UFBA/IB, UFBA/FF e Ceplac). Foram encaminhados 5 questionários e realizada uma entrevista com o coordenador geral do projeto na Unicamp, tendo sido devolvidos em junho de 2005, 4 questionários, com uma taxa de resposta de 80%.

3.3.1.1. Informações gerais dos laboratórios integrantes da rede PGVB

A primeira parte do questionário procurou obter um perfil geral dos laboratórios participantes da rede, identificando as linhas de pesquisa desenvolvidas, o número de projetos em andamento e a origem dos recursos para sua condução, assim como a equipe técnico-científica envolvida nas atividades gerais dos laboratórios e não somente em relação ao PGVB.

As instituições escolhidas para integrar o PGVB já atuavam nas áreas de genética, fitopatologia, microbiologia e bioquímica, consideradas importantes e fundamentais para o objetivo proposto – o treinamento em genômica e bionformática para o estabelecimento de uma rede de genômica no Estado da Bahia e também o desenvolvimento de atividades de pesquisa conjunta visando encontrar soluções para o controle da doença vassoura de bruxa. À época do preenchimento do questionário, as universidades e a Ceplac desenvolviam 53 projetos em diferentes linhas de pesquisa.

Ao mesmo tempo, procurou-se identificar as fontes de financiamento principais dos projetos em andamento pelos grupos. Observa-se que a participação do Governo no financiamento dos projetos de pesquisa ainda é predominante, com fraco apoio do setor privado. No caso da Ceplac, no entanto, a maior participação é proveniente de organismos internacionais no apoio a projetos de pesquisa (USDA e ICCO)⁷⁸. O maior aporte de recursos por parte do Governo é esperado, uma vez que as universidades desenvolvem principalmente a pesquisa básica e, por esse motivo, como coloca Brito Cruz (2000), é o Estado quem, prioritariamente, deve financiá-la.

Em junho de 2005, vários pesquisadores, alunos, técnicos e pessoal de apoio participavam das atividades e projetos nas atividades de pesquisa dos laboratórios que integram a rede. No total, 33,3% correspondiam a alunos de pós-graduação, 36,8% de iniciação científica, 6,4% de pós-doutorandos e 23,5% entre pessoal de apoio técnico e estagiários. Unicamp, UESC e UEFS apresentavam uma média de 37 pessoas na equipe, com destaque para alunos de pós-graduação e iniciação científica e a Ceplac e UFBA/IB, 15. Esses números, que podem ser visualizados no Quadro 3.6 do Anexo III, mostram claramente o papel fundamental das universidades, qual seja, a concentração de esforços no desenvolvimento e formação de recursos humanos, elementos centrais na geração do conhecimento (Brito Cruz, 2000).

⁷⁸ USDA: United States Department of Agriculture; ICCO: International Cocoa Organization - Informação obtida junto à coordenadora do projeto na Ceplac, Dra. Karina Gramacho, em mensagem de 27/04/2006.

3.3.1.2. Informações no âmbito da rede PGVB

Essa segunda parte dos questionários abrangeu questões referentes à participação dos grupos na rede PGVB. Procurou-se verificar, dentre outros, se houve alteração na infra-estrutura dos laboratórios em função da participação no projeto, aspectos referentes à produção científica, formação de recursos humanos, dificuldades encontradas, pontos fortes do trabalho em rede e os principais resultados advindos do trabalho cooperativo, que são discutidos nos itens a seguir⁷⁹. Os dados da produção científica, bolsas, novos projetos foram atualizados até dezembro de 2005, com informações do relatório anual do PGVB.

Infra-estrutura do PGVB (material permanente e instalações)

O PGVB contribuiu para a instalação da infra-estrutura básica dos laboratórios envolvidos, tendo sido adquiridos os equipamentos necessários para trabalhos de seqüenciamento e biologia molecular (centrífugas, micropipetas, aparelhos de PCR, entre outros) e um seqüenciador da Applied Biosystems que foi instalado na Faculdade de Farmácia da UFBA conforme acordado previamente entre os grupos. Esse equipamento foi compartilhado com os pesquisadores de Salvador (UFBA/IB e UCSal) e Feira de Santana (UEFS), que o utilizavam segundo um cronograma semanal, de modo que cada laboratório pudesse atingir o número de seqüências estabelecido. Essa é uma característica do trabalho em rede, que permite aos atores utilizarem a infra-estrutura existente em outros laboratórios, aproveitando economias de escala em P&D, dividindo riscos (Salles *et al.*, 2001) e explorando a complementaridade de ativos (Teece, 1986), visando o desenvolvimento e exploração do conhecimento.

As informações coletadas permitem afirmar que, de modo geral, o PGVB contribuiu com cerca de 21% a 40% do total em material permanente e 5% de instalações dos laboratórios participantes, frente ao total de equipamentos e instalações já existentes e adquiridas com recursos de outras fontes, para o desenvolvimento das atividades relacionadas aos projetos.

⁷⁹ O estudo de Callon *et al.* (1992) aponta como uma das ferramentas de avaliação e também do gerenciamento do projeto em rede os resultados intermediários, que podem ser evidenciados pelo trabalho cooperativo, auxílios financeiros individuais etc. Para Molina *et al.* (2000), no caso de redes científicas, é comum utilizar-se de indicadores como artigos científicos, número de teses e dissertações, participação em reuniões científicas, comunicação informal, etc. para avaliar o trabalho.

Bolsas concedidas para o desenvolvimento do PGVB

Ao todo, foram concedidas até 2005, 89 bolsas para os grupos do PGVB, sendo 20 no escopo do Projeto Genomas Regionais, abrangendo Iniciação Científica (IC) e Apoio Técnico (AT), Iniciação Tecnológica Industrial (ITI), Desenvolvimento Tecnológico Industrial (DTI), uma bolsa de Pesquisador Visitante (PV) e uma de Recém-Doutor (RD). As outras 69 bolsas, nos níveis de Doutorado (DR), Mestrado (MS), Iniciação Científica (IC) e de Pesquisa (PQ), tiveram o apoio da Fapesp, Fapesb, Fundecau, Capes, CNPq (bolsas regulares não vinculadas ao Projeto Genomas Regionais) e Fundos de Apoio à Pesquisa das universidades participantes (FAEP/Unicamp, UESC e UEFS).

Os trabalhos dos bolsistas abrangeram atividades em diferentes linhas de pesquisa que ao longo do projeto foram sendo desenvolvidas pelos grupos, interligando temas em genômica, biologia molecular, genética e bioquímica de microrganismos e interação planta-patógeno, de modo a compor um modelo científico bastante abrangente para a compreensão da doença. Para o desenvolvimento de projetos genomas, é fundamental contar com uma equipe de pesquisadores e técnicos, não somente para a execução das atividades da pesquisa propriamente, mas principalmente visando à formação de recursos humanos em áreas que estão na fronteira do conhecimento, como é o caso da genômica.

Os gráficos 3.1., 3.2. e 3.3. mostram as bolsas concedidas ao PGVB por nível, por instituição e por agências financiadoras para o período de setembro de 2000 (início do projeto) a 2005.

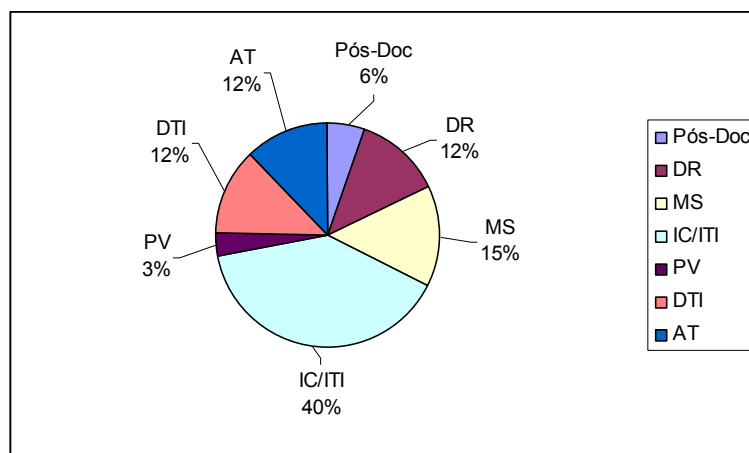


Gráfico 3.1. Nível de bolsas concedidas ao PGVB, em %, setembro de 2000 – 2005

Obs: DR: Doutorado; MS: Mestrado; IC/ITI: Iniciação científica e Iniciação Tecnológica Industrial; PV: Pesquisador Visitante; DTI: Desenvolvimento Tecnológico Industrial; AT: Apoio Técnico

Todos os projetos envolvidos nos Genomas Regionais receberam uma cota de bolsas do CNPq para a execução das atividades relacionadas aos mesmos, sendo que por força de recursos, um número maior foi destinado às bolsas de ITI, IC e AT (52% do total de bolsas concedidas ao PGVB) de valores mais baixos, e um menor número às de DTI (12%), que envolvem valores mais altos⁸⁰. Bolsas de mestrado e doutorado juntas somam 27% do total e os restantes 9% para pesquisadores visitantes e de pós-doutoramento.

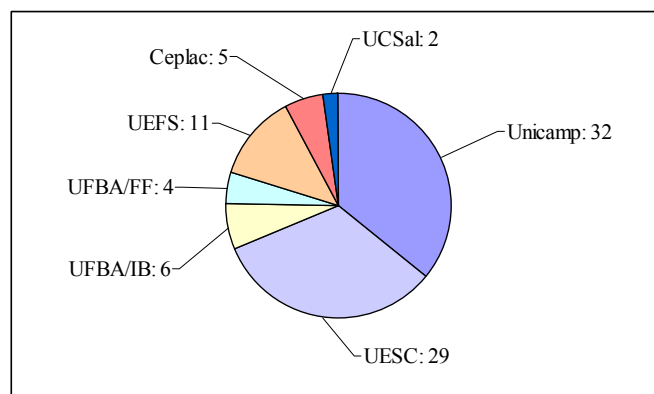


Gráfico 3.2. Número de bolsas concedidas ao PGVB, por instituição, setembro de 2000 – 2005

⁸⁰ O CNPq concede bolsas de Fomento Tecnológico nas modalidades DTI – Desenvolvimento Tecnológico Industrial, em vários níveis, desde graduação até doutores, e ITI – Iniciação Tecnológica Industrial para graduandos e alunos com nível médio. Também contempla bolsas por quota, nas quais se incluem as de IC - Iniciação Científica e AT -Apoio Técnico (Mais informações em www.cnpq.br/bolsas_auxilios).

Do total de bolsas concedidas, 61 foram destinadas aos grupos de pesquisa da Unicamp e UESC (69%), 11 para a UEFS (12%) e as restantes 17 (19%) nas demais instituições participantes. O maior número de bolsas na Unicamp e UESC justifica-se porque esses grupos estavam envolvidos não somente com os trabalhos de seqüenciamento, mas também com a coordenação e o treinamento dos grupos baianos (Unicamp) e atividades como a confecção de bibliotecas de DNA, bioinformática, dentre outras, havendo a necessidade de um maior número de pesquisadores, alunos e técnicos envolvidos.

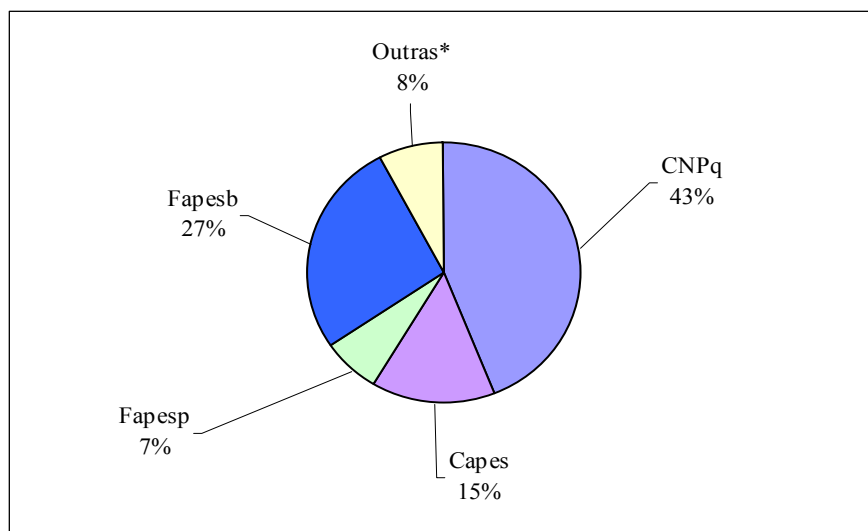


Gráfico 3.3. – Bolsas concedidas ao PGVB, por agências e outras entidades financiadoras, em %, setembro de 2000 – 2005

Obs: Outras: Recursos do Projeto (Fundecau); serviços de Apoio ao Estudante das universidades

Como já mencionado, o CNPq concedeu bolsas aos projetos envolvidos no Genomas Regionais e também para pós-graduação (mestrado e doutorado) ao longo do projeto, por isso o maior número de bolsas desta agência (42%). A Capes também apresenta um número expressivo (15%) e o maior número de bolsistas está na Unicamp, desenvolvendo trabalhos de mestrado e doutorado. Também é importante mencionar a participação da Fapesb, que após o início do projeto e a estruturação dos laboratórios das universidades baianas concedeu um bom número de bolsas para as atividades relacionadas ao PGVB. A Fapesp participou com a concessão de uma bolsa de doutorado, as demais de iniciação científica, com 7% do total. Bolsas para técnicos foram pagas diretamente pelo projeto, via Fundecau, gestor dos recursos liberados pela Seagri, e outras com recursos das universidades por meio de seus fundos de apoio à pesquisa. No Anexo III podem ser visualizados no Quadro 3.7. o número e tipos de bolsas concedidas por instituição ao PGVB e no Quadro 3.8. o número de bolsas por tipo e agência/entidade financiadora, para o período de setembro de 2000 a 2005.

Produção Científica

O PGVB foi estruturado como uma rede científica, cujo objetivo principal é obter informações e conhecimentos sobre o fungo *Crinipellis perniciosa*, que causa a doença vassoura de bruxa em cacau, de forma a desenvolver estratégias para o seu combate. Nesse aspecto, pode-se observar que o PGVB até o momento apresentou uma boa produção científica, com a publicação de artigos científicos em periódicos internacionais, grande número de trabalhos de doutorado, mestrado e iniciação científica, assim como divulgação de resultados em congressos nacionais de bioquímica, genética, fitopatologia e botânica e outros.

Novamente, Unicamp e UESC vêm formando um maior número de bolsistas de doutorado, mestrado e iniciação científica, uma vez que os laboratórios de genômica e biologia molecular dessas universidades já atuavam nessas áreas de pesquisa há mais tempo, a Unicamp desde o projeto *Xylella* em 1997 e a UESC desde 1998, desenvolvendo pesquisas em genética e biologia molecular. Os demais são os novos grupos e laboratórios em consolidação. Em função disso, é esperado também que os laboratórios da Unicamp e UESC apresentem um maior número de artigos publicados, trabalhos, posters e apresentações em reuniões científicas. Vale, também, ressaltar que o PGVB teve uma grande repercussão, dado o número de palestras sobre o projeto em eventos científicos no país e também no exterior e o destaque em jornais e revistas, principalmente no Estado da Bahia. Com relação à geração de patentes, apenas a Unicamp desenvolveu um software de anotação genômica para os dados gerados com o PGVB, registrado pela universidade junto ao INPI em janeiro de 2004, que vem sendo utilizado para os demais projetos genoma em andamento no laboratório, e para projetos externos, como o do genoma café, citros e camarão, dentre outros.

O Gráfico 3.4 apresenta, em porcentagem, a produção científica, teses e dissertações, trabalhos de iniciação científica, aperfeiçoamento, patentes, trabalhos em reuniões científicas, outros (palestras, artigos de divulgação, etc.) referentes ao PGVB para o período de setembro de 2000 a 2005. Os números dessa produção por instituição podem ser visualizados no Quadro 3.9. do Anexo III.

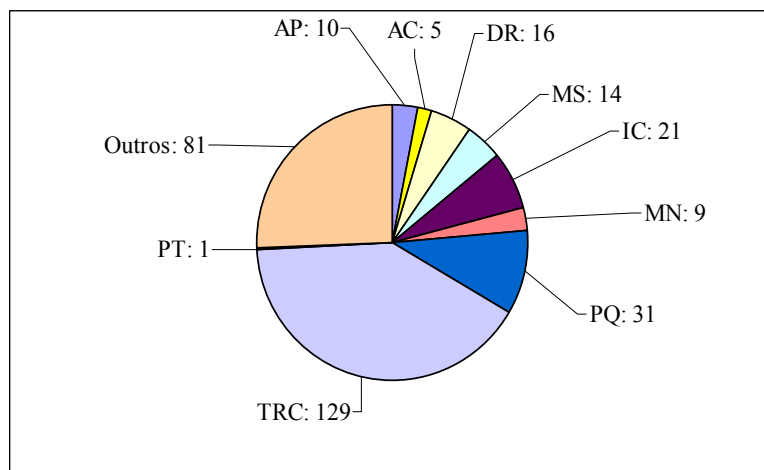


Gráfico 3.4. Produção científica, teses e dissertações e outros trabalhos, em números, setembro de 2000 – 2005

Obs: AP: Artigos Publicados; AC: Artigos Aceitos; DR: Teses de Doutorado; MS: Dissertações de Mestrado; IC: Iniciação Científica; MN: Monografias; PQ: Pesquisa (incluem bolsas de pós-doc, pesquisador visitante, CNPq/DTI, ITI e AT); TRC: Trabalhos em Reuniões Científicas; PT: Patentes; Outros: artigos em jornais e revistas, entrevistas, palestras, informes técnicos

Novas linhas de pesquisa desenvolvidas pelos laboratórios e projetos aprovados relacionados ao PGVB

Com as informações científicas adquiridas ao longo da execução do projeto, e também do conhecimento gerado pela interação entre os laboratórios envolvidos, os grupos passaram a desenvolver novas linhas de pesquisa relacionadas ao fungo *C. pernicioso* e novos projetos foram implementados com o apoio de agências governamentais federais e estaduais, setor privado, dentre outros. O CNPq financia 10 projetos de pesquisa, a Fapesb 15 projetos de pesquisa, a Finep 5 projetos de infra-estrutura e o Banco do Nordeste Brasileiro (BNB) 2 projetos junto à UESC. O setor privado tem fraca participação com apenas 2 projetos financiados, um junto à Unicamp e outro com a UESC, os organismos internacionais (USDA e ICCO) detêm 5% da participação e há ainda um pequeno apoio das próprias universidades para atividades específicas do projeto, por parte dos Fundos de Apoio à Pesquisa dessas universidades.

O Gráfico 3.5, abaixo, mostra o volume de recursos financeiros, em porcentagem, por agente e entidades financiadoras.

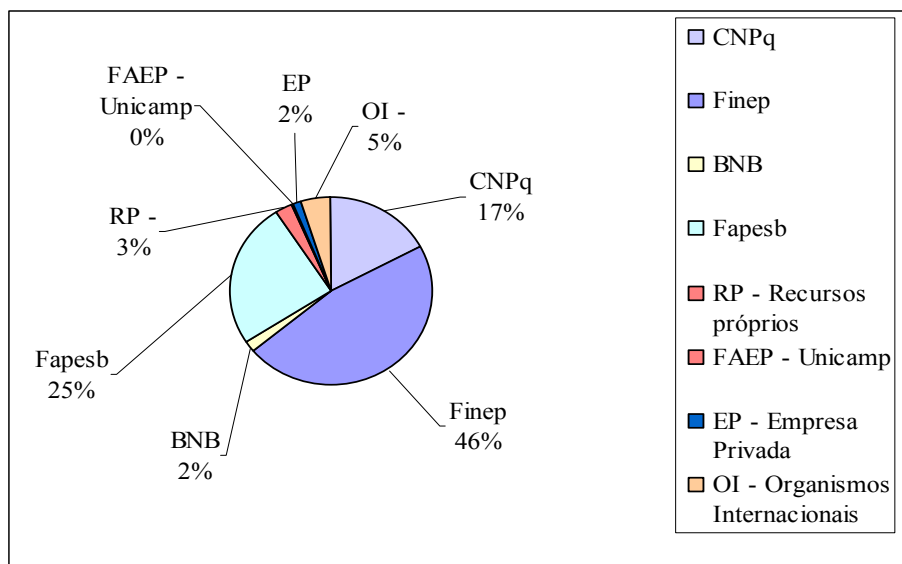


Gráfico 3.5. Participação das agências e outras entidades financiadoras no PGVB, em %, setembro de 2000 – 2005

O Gráfico 3.6. apresenta o uso desses recursos por instituição participante do PGVB, no período de setembro de 2000 a 2005. Não estão incluídos os valores das bolsas concedidas para as atividades do PGVB, uma vez que não foi possível mensurá-los para todos os grupos envolvidos.

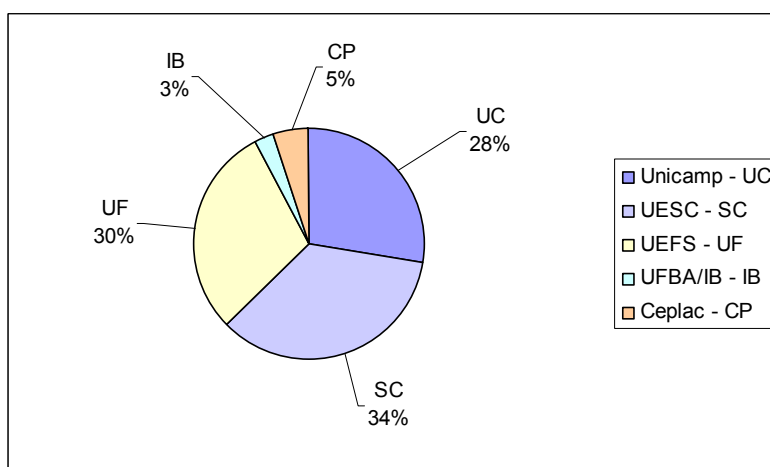


Gráfico 3.6. Participação dos recursos financeiros por instituição do PGVB, em %, setembro de 2000 – 2005

Pelos gráficos acima, verifica-se, a exemplo do que ocorre normalmente em outros projetos genoma, que o governo ainda é o maior responsável pelo aporte de recursos financeiros às instituições de pesquisa e universidades no país.⁸¹ O Gráfico 3.5. mostra uma participação de 46% de recursos da Finep que, de uma maneira geral, foram utilizados para melhorar a infraestrutura de laboratórios na Unicamp, UESC e UEFS, com a construção e adequação de prédios e instalações laboratoriais. A Fapesb, a exemplo do número de bolsas concedidas, também aprovou recursos (25%) para instalações laboratoriais e desenvolvimento de projetos em áreas de genômica e biologia molecular relacionadas ao PGVB, em maior número também para a UEFS e UESC e, em menor número para a UFBA/IB e Ceplac. Com recursos do CNPq foram e estão sendo desenvolvidos novos projetos, entre eles, a 2ª. Etapa do PGVB, visando à utilização dos resultados preliminares alcançados nos primeiros anos de pesquisa. Os recursos aprovados pelas demais agências e outras entidades, organismos e empresas privadas cobriram despesas de custeio e capital: equipamentos e material permanente. Dessa forma, como mostra o Gráfico 3.6. Unicamp, UESC e UEFS juntas detêm 92% do total de recursos financeiros liberados para os seus laboratórios de genômica e biologia molecular frente aos 18% destinados à UFBA/IB e Ceplac (para um maior detalhamento sobre o montante de recursos liberados e número de projetos por agência e instituição, ver Quadros 3.10. e 3.11. do Anexo III).

Segundo os coordenadores dos grupos, o PGVB possibilitou um grande incremento nos laboratórios, uma vez que esses recursos financeiros geraram o desenvolvimento de novas linhas de pesquisa e a implementação de cursos de pós-graduação em genética e biologia molecular. Além disso, deram um suporte bastante importante para que as atividades de pesquisa do PGVB pudessem ser ampliadas e agilizadas.

Observa-se, assim, as alterações das trajetórias de pesquisa e ensino de cada grupo, pela criação de competências e habilidades específicas.

⁸¹ Embora em alguns projetos genoma tenha havido uma contrapartida de empresas privadas e associações privadas, a exemplo do *Genolyptus* e dos projetos Forests, *Xylella*, Sucest (Cana) e genoma humano do câncer da Fapesp, e em alguns projetos do CNPq, a maior parte dos recursos para o seu desenvolvimento veio dos Governos Federal e Estadual.

3.3.1.3. Projeto PGVB: pontos fortes, dificuldades e oportunidades do trabalho em rede

A análise a seguir foi realizada a partir das questões abertas contidas no questionário enviado aos laboratórios do PGVB e da entrevista com o coordenador do projeto, estando relacionadas às vantagens do trabalho em rede, as dificuldades encontradas, oportunidades e papel do Governo na formação de redes de pesquisa.

Com relação às vantagens do trabalho em rede, é unânime entre os pesquisadores a possibilidade de interação com equipes e grupos de pesquisa em diferentes áreas de conhecimento, permitindo a articulação entre instituições e o desenvolvimento de trabalhos conjuntos. Para 4 pesquisadores, a maior vantagem reside no aprendizado e no conhecimento científico adquiridos no decorrer das atividades, que possibilita a formação de novos grupos de pesquisa e o apoio a novos projetos, e também na formação de recursos humanos. A produção científica, como artigos e apresentações em eventos, é importante para 2 dos pesquisadores e muito importante para 3. Pouca ou nenhuma importância é dada para a geração de patentes.

Já com relação às dificuldades encontradas, todos concordam que o principal problema do trabalho em rede foi a ausência de um documento formal entre os coordenadores dos grupos (Termo de Compromisso, por exemplo), visando garantir o cumprimento das metas estabelecidas no início do projeto, especificamente a geração de seqüências no caso do PGVB e a liberação de recursos mediante o rendimento estipulado. Os documentos assinados para a Seagri e o CNPq não previram esse tipo de compromisso entre os responsáveis pela execução das atividades, o que gerou problemas na condução do projeto, inclusive com a saída de dois atores, como dito anteriormente. Como sugestão dos pesquisadores para aperfeiçoar trabalhos em rede está a de formalizar, por meio de contrato ou termo de compromisso, o cumprimento das metas estabelecidas para cada ator participante, vinculando aos resultados a liberação de mais recursos para continuidade das atividades. Segundo um dos pesquisadores, também é fundamental formalizar os resultados provenientes do conhecimento científico adquirido, seja no tocante às publicações geradas, seja com relação à propriedade intelectual sobre produtos e processos, se ocorrer.

O que se observa é que o compromisso informal entre os participantes de uma rede muitas vezes não oferece os resultados esperados, como ocorreu no PGVB. Alguns grupos apresentaram um atraso bastante grande com relação à geração de seqüências e, em função disso, essas atividades tiveram que ser executadas pelos grupos mais experientes para que o andamento do

projeto não fosse penalizado. Embora tenha sido realizado um treinamento por cerca de 2 meses junto aos novos grupos integrantes do PGVB, 3 pesquisadores apontaram que essas dificuldades foram decorrentes do pouco tempo de treinamento nas metodologias de seqüenciamento, no uso do equipamento seqüenciador e na padronização das técnicas e adaptação dos laboratórios para desenvolver as atividades do projeto. Atraso na importação dos equipamentos e materiais de consumo pelo CNPq, prejudicando as atividades e diminuindo o rendimento de alguns grupos frente a outros laboratórios mais consolidados, também foram apontados por todos os grupos. Esse problema da importação realmente dificultou o início das atividades de seqüenciamento dos grupos baianos e chegou a ser apontado por pesquisadores e coordenadores dos outros 8 projetos da rede Genomas Regionais, durante a reunião ocorrida no MCT/CNPq em março de 2002, como um dos principais gargalos na execução da pesquisa.

Com relação ao papel dos Governos Federal e Estadual, as opiniões divergem. Dois pesquisadores consideram excelente a atuação do governo federal permitindo a descentralização das atividades de C&T no país, sendo que para um deles, o mais importante foi o *Governo da Bahia “ter acreditado no projeto e alavancado a idéia da rede genômica estadual” e promovido a abertura de novas perspectivas de pesquisa em genômica e biotecnologia para os grupos baianos e outras instituições de ensino e pesquisa no estado.* Um pesquisador, ao contrário, considera ainda fraca a atuação do governo, tanto no âmbito federal quanto estadual, no tocante à qualificação de pessoal para gestão e acompanhamento de trabalhos em rede. Dois pesquisadores não se manifestaram.

O questionário também procurou saber a opinião dos pesquisadores sobre a ausência das indústrias processadoras de amêndoas de cacau e chocolateiras na estruturação da rede genômica. 4 deles concordam que o principal motivo é o desinteresse dessas indústrias no cacau brasileiro, uma vez que o mercado brasileiro não é importante para essas empresas. Isso, na visão do coordenador do projeto, é decorrente do sistema de *draw back* adotado, que acaba por prejudicar o setor cacauzeiro a montante da cadeia produtiva, ou seja, os produtores. Se não houvesse esse sistema e o mercado fosse regulado pela oferta/demanda, a situação poderia ser diferente. Um dos pesquisadores aponta ainda o receio de que pesquisas dessa natureza (genômica e possivelmente, transgenia) prejudiquem as vendas para o mercado externo, principalmente o Europeu que tem grandes restrições quanto ao uso de produtos transgênicos.

3.3.1.4. Ações e principais resultados do PGVB

Na opinião dos coordenadores dos grupos participantes da rede, o desenvolvimento do PGVB no Estado da Bahia, entre setembro de 2000 e 2005, trouxe resultados bastante satisfatórios para o avanço da ciência e tecnologia nesse Estado, avanços que podem ser assim identificados:

- a) a UESC teve vários novos projetos contratados pela Fapesb, CNPq e BNB, dentre outros, tendo sido implantado o Laboratório de Bioinformática com recursos do CNPq e Fundecau. O laboratório também teve aprovado o curso de pós-graduação em genética e biologia molecular;
- b) na UEFS, novos cursos de pós-graduação em genômica e bioinformática e pós-genômica foram aprovados e o laboratório implantou o Núcleo de Bioinformática (NBI) e da área de genômica e pós-genômica, com recursos da Fapesb; aquisição de um equipamentos de seqüenciamento e outros materiais de uso em genômica; estruturação e certificação pela UEFS e CNPq do Grupo de Pesquisa em Diversidade e Biotecnologia de Microrganismos - DBMi em 2002;
- c) com recursos da própria universidade, foi instalado no Instituto de Biologia da UFBA um novo laboratório de Biologia Molecular com infra-estrutura para pesquisa em genômica e biologia molecular, a criação do Laboratório de Biologia Computacional do Departamento de Biologia Geral do IB/UFBA e a contratação de um pós-doutorado. Com recursos da Fapesb e CNPq foram adquiridos novos equipamentos e materiais. Com as instalações do laboratório e o aprendizado decorrente das atividades junto ao PGVB, vários alunos de graduação foram treinados, houve o fortalecimento do grupo de pesquisa do IB em biologia molecular e genômica promovendo a interação e o desenvolvimento de trabalhos conjuntos com outros grupos de pesquisa da UFBA, outras universidades no Estado (UESC, UEFS e UNEB), no Brasil (Unicamp) e no exterior (Universidade de Iowa/EUA);
- d) após o início do PGVB, a Ceplac adquiriu um equipamento seqüenciador que auxiliou bastante o trabalho do grupo nas atividades do projeto. Também foram desenvolvidas novas linhas de pesquisa em microssatélites e genômica e novos projetos foram aprovados pelo CNPq, Fapesb e organismos internacionais.

Também no caso da Unicamp, uma das principais ações foi a construção do prédio da genômica com recursos da Finep e Unicamp, além da contratação de um biólogo e uma analista de informática. Os resultados foram observados na contratação de novos projetos de pesquisa envolvendo o fungo que causa a doença vassoura de bruxa e na aprovação de novas bolsas de iniciação científica e pós-graduação.

Outros resultados importantes foram observados ao longo da execução do PGVB, pois à medida que os objetivos propostos pelo projeto foram atingidos e novos conhecimentos sobre o fungo foram produzidos, outros grupos de pesquisa em áreas complementares à genômica foram sendo incorporados aos trabalhos de pesquisa, como o Laboratório de Fisiologia Vegetal do Instituto de Biologia da Unicamp, outras universidades como a UFV e USP/CENA e as empresas Fazenda Almirante Cacau da Bahia e Cargill Agrícola S/A, conferindo uma nova dinâmica de trabalho à rede.

De acordo com o coordenador do projeto, Dr. Gonçalo Pereira, há alguns anos vem se tentando fortalecer o setor cacauero por meio da formação de uma representação forte junto aos produtores de cacau, sendo que a lista de discussão do cacau vem auxiliando nesse aspecto. Essa lista conta atualmente com cerca de 700 pessoas para tratar de assuntos diversos dessa cultura e vem tendo uma repercussão bastante positiva no agronegócio do cacau, inclusive a discussão de um planejamento estratégico para o setor como discutido no capítulo 1, assim como assuntos relacionados à regulamentação e comercialização de amêndoas de cacau e produtos derivados junto aos órgãos competentes.

Ainda na opinião do Dr. Pereira, à parte os desdobramentos significativos do PGVB, o resultado mais importante do ponto de vista científico foi a possibilidade de constatar que o manejo adequado das lavouras de cacau pode driblar a doença, com base no conhecimento gerado pela pesquisa ao longo dos mais de 5 anos de projeto (que já possibilitou compreender como o fungo age para atacar a planta de cacau). Essa constatação científica nasceu de uma técnica de manejo desenvolvida de maneira empírica por um cacauicultor da região de Ilhéus⁸², que vem sendo bastante eficaz no controle da vassoura de bruxa nas suas plantações, apresentando um crescimento significativo na produção e produtividade de cacau. Segundo o Dr. Pereira “a maior

⁸² A técnica consiste nas etapas de anelagem ou roletamento para indução de florescimento extemporâneo da cultura, adubação com nitrogênio e aplicação de fungicida à base de cobre. Mais informações sobre essa técnica de manejo podem ser encontradas no Jornal A Tarde, de Salvador, BA, Caderno Economia (economia@atarde.com.br), de 30/09/2005.

contribuição do PGVB nesse ponto é que permite explicar do ponto de vista da biologia molecular porque essa técnica funciona e pode gerar soluções científicas que permitam controlar definitivamente o problema da doença no Estado da Bahia”.

A rede genômica da Bahia também foi uma das incentivadoras para a criação de diversas estruturas de apoio à C,T&I no estado, podendo-se citar a criação da Secretaria de Ciência Tecnologia e Inovação (SECTI) em janeiro de 2004, a regulamentação da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (Fapesb) e a criação do Instituto Baiano de Biotecnologia (IBB) em novembro de 2003, importantes órgãos de fomento para o desenvolvimento da biotecnologia neste estado⁸³.

3.3.1.5. Comentários finais

Pode-se concluir, com base nos resultados apresentados, que o projeto cumpriu um de seus principais objetivos, que foi o de estabelecer uma rede de genômica no estado da Bahia, por meio da consolidação das instituições de pesquisa e universidades, assim como propiciar novas fontes de apoio à pesquisa científica e tecnológica nesse Estado.

O PGVB é uma rede multidisciplinar, pois interliga várias áreas da biologia como a genômica, biologia molecular, bioquímica, fisiologia e fitopatologia e, dessa forma, as atividades dos grupos foram fundamentais e forneceram e vêm fornecendo importante contribuição e conhecimentos, que se complementam para dar origem a novos alvos e ações para estudos do controle da doença, objeto central do projeto.

⁸³ Políticas públicas adotadas pela Secti e Fapesb vêm permitindo um avanço nos grupos de pesquisa do Estado da Bahia, criando competência e infra-estrutura de desenvolvimento em diversas áreas, entre elas, a biotecnologia, materializadas em recursos para bolsas, laboratórios e projetos de cursos de pós-graduação. O IBB, que foi criado no final de 2003 como uma rede de integração virtual, passou a ser uma associação de direito privado sem fins lucrativos, contando com pesquisadores e empresários que trabalham direta ou indiretamente com biotecnologia no estado. Com apoio da Secti e Fapesb, esse instituto vem contribuindo para a articulação em projetos, a aproximação com empresas de base tecnológica, a obtenção de patentes, além da promoção de suporte para planos de negócios e estudos de viabilidade de produtos e processos biotecnológicos. O IBB teve participação direta na criação e implantação do Núcleo de Biologia Computacional e Gestão das Informações Biotecnológicas (NBCGIB), sediado em Ilhéus, com verbas de R\$ 930 milhões da Finep e Fapesb, além de projetos para a criação da Rede Nordeste de Biotecnologia (Renorbio), com recursos na ordem de R\$ 3 milhões do MCT e da Rede de Proteoma, que busca soluções para o problema da Vassoura de Bruxa nas lavouras de cacau, contando com a verba de R\$ 600 mil, financiada pelo MCT e Fapesb. Outros recursos captados através de articulações do IBB somam cerca de R\$ 1 milhão, aplicados em diversos projetos de pesquisa na área (www.jornaldaciencia.org.br de 24/03/2005, acesso em 05/07/2006).

É também uma rede científica, mas seus resultados podem dar origem ao desenvolvimento de novos produtos e processos biotecnológicos, o que a coloca no Quadrante 4 da análise de Stokes, o Quadrante de Pasteur, que liga a ciência básica à aplicação dos resultados.

Numa rede científica, as maiores vantagens residem na forte interação e articulação entre diferentes grupos de pesquisa, sendo o aprendizado e o conhecimento adquiridos considerados fundamentais. No caso do PGVB, essa dinâmica de aprendizagem pode ser analisada pela produção científica, novos projetos, captação de recursos de outras fontes, formação de recursos humanos, dentre outros. O resultado foi bastante satisfatório e positivo, considerando o número de pesquisadores, bolsistas e estagiários nos laboratórios das instituições participando das atividades de pesquisa, os artigos científicos gerados, os trabalhos apresentados em eventos científicos, assim como a formação de recursos humanos. O PGVB teve, também, uma repercussão grande no estado da Bahia, sendo que várias notas, artigos e entrevistas foram divulgadas em jornais e revistas regionais desde o início do projeto. No entanto, observa-se ainda um baixo interesse na geração de patentes.

Outro elemento chave na dinâmica da rede PGVB se refere à capacidade dos atores em mobilizar recursos financeiros e econômicos, o que significa um compromisso maior com os objetivos da rede. Pelas informações coletadas, esse foi um dos pontos que mais refletiu a dinâmica do PGVB. Verifica-se a implementação de novas linhas de pesquisa nos laboratórios participantes, abertura de novos cursos de pós-graduação e de grupos de pesquisa, fruto do treinamento e aprendizagem durante a execução do PGVB, que resultou na aprovação de novos projetos e infra-estrutura para os laboratórios. Novamente, a participação dos governos federal e estadual foi dominante, uma vez que os projetos ligados à área genômica são, geralmente, intensivos em pesquisa científica básica, requerendo capacitação constante de recursos humanos e importante volume de recursos para sua execução. Por sua vez, é baixa e, em alguns casos, inexistente, a interação com o setor privado, que responde por uma parcela bastante pequena no financiamento a projetos de pesquisa.

Também o enfoque regional do PGVB pode ser considerado estratégico, uma vez que uma série de ações foi orientada visando à criação de novos ambientes para o fluxo de conhecimentos, ações promovidas pelo governo do estado da Bahia, as universidades e institutos de pesquisa e, também, o setor privado. Nos últimos anos, as diversas estruturas de apoio à C,T&I no estado, como a SECTI, a Fapesb e o IBB, vêm se tornando importantes órgãos de

fomento implementando programas e ações públicas para o desenvolvimento da biotecnologia neste estado.

Toda essa trajetória institucional foi resultado de um processo de construção ao longo da execução do PGVB, derivado das estratégias dos atores e da aprendizagem coletiva. Essa integração para a formação de novos espaços de conhecimento no estado da Bahia tem como propósito aplicar os conhecimentos para melhorar setores econômicos específicos, como é o caso do PGVB, que visa encontrar soluções para o controle da vassoura de bruxa no cacau.

Pelas informações coletadas sobre o PGVB e utilizando-se a tipologia proposta por Callon (1992) e Callon *et al.* (1995) pode-se afirmar que a rede PGVB é um caso típico de rede incompleta, já que conta apenas com o pólo científico e, se se usa a sugestão de Valle (2002), também o pólo de financiamento. Os demais pólos – tecnológico e desenvolvimento – e os pólos intermediários – transferência e desenvolvimento – estão ausentes. É, também, uma rede curta, de caráter basicamente regional.

Os problemas apontados pelos integrantes do PGVB, como a ausência de um termo de compromisso entre os coordenadores formalizando o cumprimento das metas e da utilização dos recursos e também o desinteresse e incompatibilidade de alguns atores, foram sanados no decorrer da sua execução e o trabalho dos grupos foi reestruturado retomando as atividades estipuladas no início do projeto.

A existência de um sistema virtual de acompanhamento dos resultados das atividades permitiu ao longo do projeto avaliar o desempenho das instituições e ao mesmo tempo garantiu uma maior interação entre os participantes da rede, promovendo novos direcionamentos e atribuições aos grupos.

Pelos resultados e desdobramentos do trabalho do ponto de vista dos objetivos buscados no início da sua execução, pode-se dizer que o PGVB apresentou um bom grau de alinhamento e coordenação, apontando assim para a convergência da rede.

3.3.2. Projeto *Genolyptus*: discussão e análise dos resultados

Os questionários estruturados para o PGL (Anexo V) foram entregues aos responsáveis pelas atividades do projeto nas universidades, institutos de pesquisa e empresas privadas participantes da reunião anual ocorrida em abril de 2005 em Porto Seguro, Bahia. Na oportunidade, foram distribuídos 21 questionários. Para os 4 outros participantes do PGL

ausentes na reunião, os questionários foram enviados por e-mail. Entre abril e outubro de 2005, foram respondidos 14 questionários sendo 9 das universidades e institutos de pesquisa (taxa de resposta de 75%, índice de retorno bastante satisfatório) e 5 das empresas privadas que participam da rede (taxa de resposta de 35%). Informações complementares foram buscadas nos sites das empresas e das universidades para que fosse possível compor o perfil dos atores. Da mesma forma que para o PGVB, informações como produção científica, bolsas, projetos aprovados, foram atualizadas até o final de 2005, com os dados do relatório anual do PGL e por busca no sistema de currículos Lattes do CNPq dos pesquisadores envolvidos.

Para o PGL, foram feitos questionários diferenciados, um para as universidades e institutos de pesquisa e outro para as empresas privadas e, dessa forma, a análise dos dados coletados está dividida em três itens. O primeiro contém as informações obtidas dos coordenadores dos laboratórios participantes das universidades e institutos de pesquisa; o segundo, as informações das cinco empresas que responderam aos questionários; e, um último item abrangendo as questões abertas sobre os pontos fortes, fracos, dificuldades, oportunidades e outras observações do trabalho na rede PGL na visão de todos os respondentes (universidades, institutos de pesquisa e empresas privadas).

3.3.2.1. As universidades e os institutos de pesquisa participantes do PGL

A exemplo do PGVB, o questionário para as universidades e institutos de pesquisa abrangeu duas partes - na primeira foram solicitadas informações gerais, procurando conhecer o perfil dos laboratórios participantes da rede, e, na segunda, com questões referentes aos impactos da rede PGL nos trabalhos desenvolvidos por essas instituições. Os dados coletados estão apresentados a seguir.

i) Perfil dos laboratórios das universidades e institutos de pesquisa integrantes da rede PGL

Com essas informações, obteve-se um perfil dos laboratórios participantes da rede PGL, identificado-se as atividades de pesquisa gerais desenvolvidas pelos grupos, o número de projetos em andamento e a origem dos recursos financeiros para sua condução, assim como o total de pesquisadores e alunos que integram a equipe de trabalho. Os resultados apresentam algumas diferenças se comparados às informações dos laboratórios integrantes do PGVB e que serão destacadas durante a análise dos dados. Observa-se que a participação dos Governos Federal e

Estadual no aporte de recursos é importante e no total predominante mas, no entanto, observa-se uma maior contribuição do setor privado para projetos de pesquisa envolvendo a UFV, UCB e Raiz. De acordo com informações contidas no site da UFV no Departamento de Fitopatologia Florestal essa participação do setor privado se concentra em atividades de consultoria e transferência de tecnologia uma vez que esse departamento tem uma longa trajetória de desenvolvimento de pesquisa com eucalipto. O Grupo Raiz, por pertencer a importantes grupos privados do setor de papel e celulose da Europa tem um maior aporte de recursos dessas empresas. Já com respeito ao financiamento à pesquisa por organismos internacionais, observa-se uma participação de 25% junto à UFRGS e 10% para a UFV e Embrapa CNPAF, as demais não recebem auxílio internacional.

Com relação à equipe de pesquisadores e técnicos envolvidos nas atividades dos laboratórios, 42% correspondiam a alunos de pós-graduação, 37,6% de iniciação científica, 3,7% de pós-doutorandos e 16,7% entre graduados, apoio técnico e estagiários. Unicamp e UESC apresentavam uma média de 36 pessoas na equipe, a UFV com 26, média de 12 na Embrapa Cenargen e Embrapa CNPAF, UFRGS e UCB, e as demais com média de 8 pessoas na equipe. Novamente fica clara a importância do desenvolvimento e da formação de recursos humanos, sem dúvida o objetivo central das universidades, que é a produção do conhecimento. Essas informações estão apresentadas nos Quadros 3.12 e 3.13 do Anexo II, com maior detalhamento.

ii) Impactos para universidades e institutos de pesquisa participantes da rede PGL

Essa segunda parte dos questionários abrangeu questões referentes à participação dos grupos das universidades e institutos de pesquisa na rede PGL. A exemplo do PGVB, a discussão que segue procurou identificar os impactos do trabalho em rede com relação à infra-estrutura dos laboratórios em função da participação no projeto, a produção científica e a formação de recursos humanos, bem como as expectativas desses grupos quanto aos resultados decorrentes do PGL.

Infra-estrutura do PGL (material permanente e instalações)

Para seis instituições, o PGL contribuiu com cerca de 20% a 40% do total em material permanente para os laboratórios envolvidos na rede, frente ao total de equipamentos e instalações já existentes e adquiridas com recursos de outras fontes. Uma das universidades apontou um acréscimo de 80% a 100% em equipamentos e duas instituições entre 0 e 20% com relação às

instalações físicas e laboratoriais. De uma maneira geral, laboratórios já consolidados de algumas universidades e institutos de pesquisa participantes do PGL possuíam infra-estrutura com instalações, equipamentos e materiais permanentes suficientes e modernos para atender as atividades do projeto, sendo que para os grupos formados mais recentemente em genômica e biotecnologia, foram adquiridos equipamentos para atividades de seqüenciamento e de informática, dentre outros. Um espectrofotômetro de infra-vermelho próximo (NIRS) importado para o PGL está instalado no Laboratório de Celulose e Papel (LCP) da UFV, que trabalha na área de tecnologia florestal e sua importância para o projeto reside no fato que permite a obtenção de espectros visando ao desenvolvimento de tecnologias de alto desempenho, voltadas à qualidade da madeira, um dos principais pontos de análise do projeto. O LCP vem trabalhando em conjunto com duas empresas que integram a rede em atividades referentes à calibração e otimização do NIRS. Outros equipamentos já instalados nas demais instituições e adquiridos também vêm sendo utilizados pelos vários grupos participantes, mostrando novamente a importância do compartilhamento de ativos na condução dos trabalhos em rede.

Bolsas concedidas para desenvolvimento do PGL

Até 2005, foram concedidas 99 bolsas para os grupos de pesquisa do PGL, abrangendo Iniciação Científica (IC) e Apoio Técnico (AT), Iniciação Tecnológica Industrial (ITI), Desenvolvimento Tecnológico Industrial (DTI), Recém-Doutor (RD), Doutorado (DR), Mestrado (MS) e de Pesquisa (PQ). Todas as bolsas relacionam-se às diferentes atividades dos subprojetos, sendo essenciais para o trabalho complexo que vem sendo desenvolvido e importante na formação de alunos e jovens pesquisadores na área florestal e de genômica e biologia molecular.

Os gráficos 3.7., 3.8. e 3.9. mostram o tipo de bolsas concedidas ao PGL, o número de bolsas por instituição e por agências financiadoras para o período de 2002 a 2005, respectivamente.

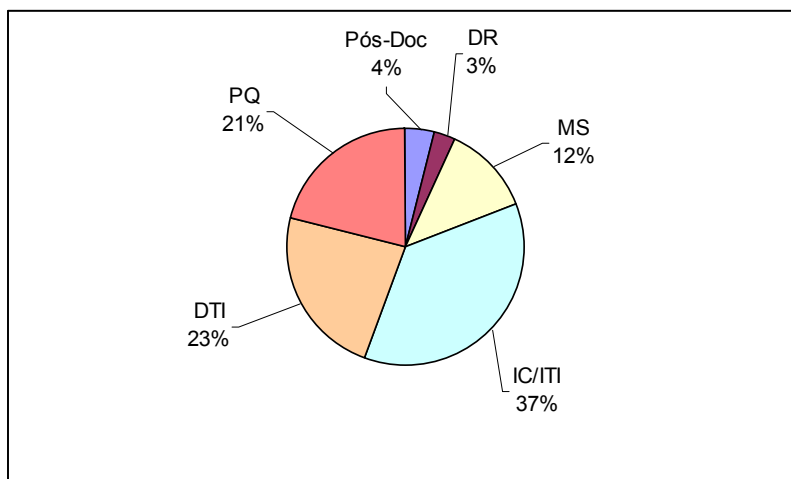


Gráfico 3.7. Tipo de bolsas concedidas ao PGL, em %, 2002 – 2005

Obs: DR: Doutorado; MS: Mestrado; IC/ITI: Iniciação Científica/Iniciação Tecnológica Industrial; DTI: Desenvolvimento Tecnológico Industrial; PQ: Pesquisa

Justifica-se um maior número de bolsas ITI, IC e DTI concedidas pelo CNPq (60% do total), a exemplo do PGVB, pois o PGL também recebeu uma cota de bolsas do programa RHAE no início do projeto e em 2005, via recursos aprovados pelo Edital de Bolsas de Fomento Tecnológico. As bolsas de PQ são pagas diretamente pela Funarbe para pesquisadores e técnicos com parte com parte dos recursos liberados pelas empresas privadas e correspondem a 21% do total de bolsas. As bolsas de DTI, ITI e PQ têm sido fundamentais para os trabalhos de pesquisa, pois esses bolsistas se dedicam em tempo integral ao PGL, ao contrário das bolsas de mestrado e doutorado, em que o aluno passa parte de seu tempo cumprindo créditos em disciplinas.

Embora o trabalho desses pós-graduandos seja muito importante para o desenvolvimento da pesquisa, o bom andamento do projeto depende de pesquisadores em tempo integral.

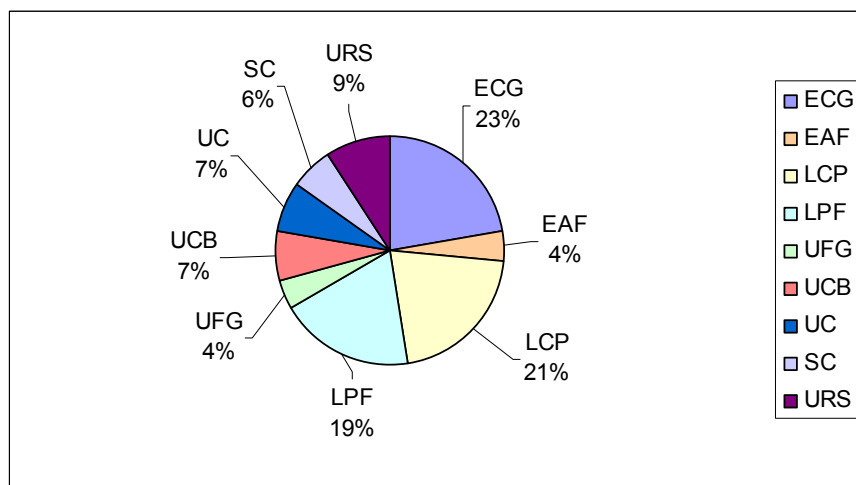


Gráfico 3.8. Bolsas concedidas por instituição participante do PGL, em %, 2002 – 2005

Obs: ECG; Embrapa/Cenargen; EAF: Embrapa Arroz e feijão; LCP: Laboratório de Celulose e Papel da UFV; LPF: Laboratório de Patologia Florestal da UFV; UFG; Universidade Federal de Goiás; UCB: Universidade Católica de Brasília; UC: Unicamp; SC: UESC; URS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul

A Embrapa/Cenargen e os laboratórios de patologia florestal e de fitopatologia da UFV concentram 63% das bolsas do PGL, os restantes 37% distribuídos equilibradamente pelas demais instituições participantes. Esse maior número de bolsas é explicado porque os subprojetos coordenados por essas instituições envolvem inúmeras atividades de rotina de análises laboratoriais, havendo a necessidade de mais pessoal dedicado. 19% do total correspondem a bolsas de pós-graduação, cujos trabalhos de pesquisa estão focados em atividades em desenvolvimento no PGL.

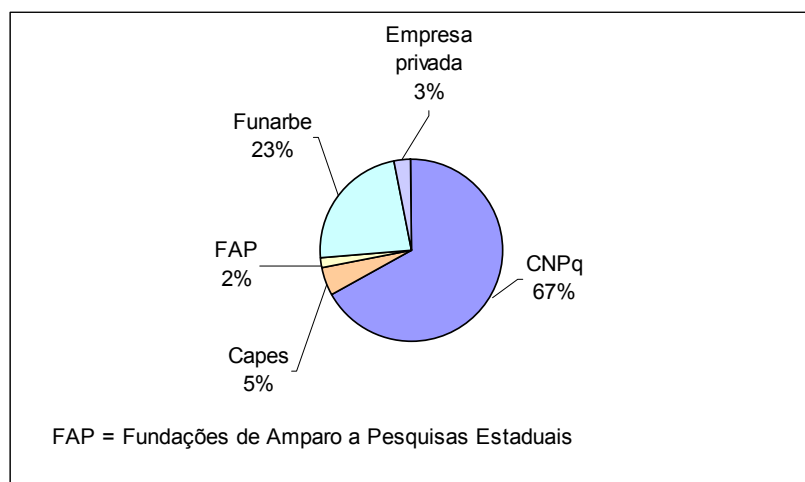


Gráfico 3.9. Bolsas concedidas ao PGL por agência e entidades financiadoras, em %, 2000 - 2005

Como já mencionado, em função da quota de bolsas concedidas pelo CNPq para o desenvolvimento do PGL, a participação dessa agência corresponde a 67% do total. 23% correspondem a bolsas de pesquisa, pagas pela Funarbe, com recursos do PGL. Como as bolsas concedidas pelo CNPq têm um prazo de duração de 24 meses e o projeto depende de pessoal dedicado às atividades, é destinada uma parte dos recursos do PGL para o pagamento de pessoal. Os 10% restantes correspondem a bolsas de pós-graduação, em nível de mestrado e doutorado. Para um maior detalhamento sobre os tipos e números de bolsas concedidas por instituição e agências financiadoras entre 2002 e 2005, ver Quadros 3.14 e 3.15 do Anexo II.

Produção Científica

O PGL é uma rede científica e, a exemplo da rede PGVB, é bastante importante analisarmos os resultados intermediários gerados com o desenvolvimento do projeto e que incluem a produção científica, a formação de recursos humanos, a participação da equipe envolvida em reuniões científicas, palestras, dentre outras, que podem ser vistos no Gráfico 3.10.

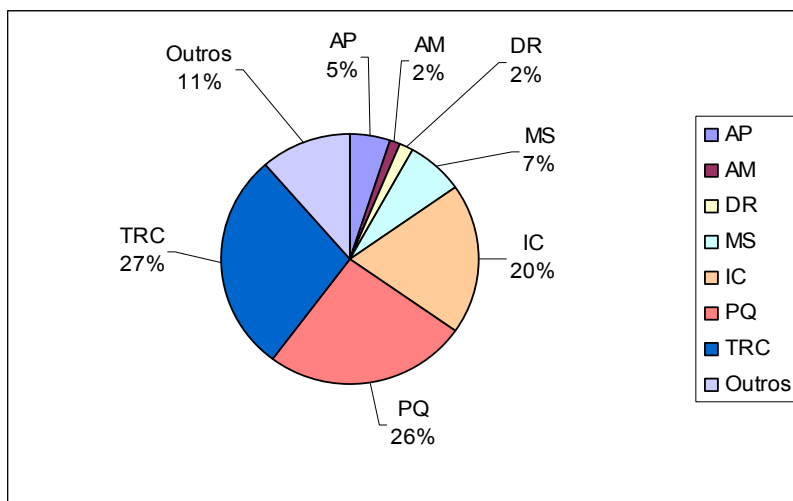


Gráfico 3.10. Produção científica, teses e dissertações e outros trabalhos do PGL, em %, 2002 – 2005

Obs: AP: Artigos Publicados; AM: Artigos Manuscritos; DR: Teses de Doutorado; MS: Dissertações de Mestrado; IC: Iniciação Científica (inclui ITI - Iniciação Tecnológica Industrial); PQ: Pesquisa (inclui DTI, pós-doc e Funarbe) TRC: Trabalhos em Reuniões Científicas

Observa-se que no período analisado 27% desses resultados referem-se à apresentação de posters e resumos em reuniões científicas e 5% de artigos científicos publicados em revistas especializadas contendo resultados do PGL. Com relação aos trabalhos de pós-graduação, observa-se um número maior de dissertações de mestrado (7%) e apenas 2% para teses de doutorado do total dos resultados, estando 30% desses alunos em atividades na Embrapa/Cenargen, os restantes 70% na UFV, UFG, Unicamp, UCB e UFRGS, com média de 2 alunos por instituição. Como discutido acima, tem-se um maior número de alunos em iniciação científica e pesquisa, concentrando 46% do total da produção do PGL. Palestras, artigos e entrevistas, além do desenvolvimento de dois softwares pelos grupos de bioinformática e bioestatística somam 11% do total da produção.

O Quadro 3.16. do Anexo II mostra em números e por instituição participante, a produção científica do PGL.

Expectativas das universidades e institutos de pesquisa em relação aos resultados do PGL

Uma questão colocada aos pesquisadores foi relativa ao impacto da organização em redes do PGL no desenvolvimento de novas atividades nos laboratórios das universidades e institutos de pesquisa participantes.

O Quadro 3.17. mostra a avaliação dessas expectativas, entre “nenhuma importância”, “pouco importante”, “importante” e “muito importante”, segundo a percepção dos coordenadores dos subprojetos, por número de instituições.

Quadro 3.17. Expectativa de resultados em relação ao PGL, por escala de importância

Expectativas de Resultados	Muito importante	Importante	Pouco importante	Nenhuma importância
Informações científicas e tecnológicas	7	2	0	0
Metodologias de mapeamento genético	6	2	0	1
Capacitação de RH	6	2	0	1
Qualidade madeira	6	0	1	2
Artigos e outras publicações	5	1	3	0
Controle pragas e doenças	3	3	2	1
Infra-estrutura e material	2	6	0	1
Crescimento volumétrico do eucalipto	2	1	3	3
Geração de patentes	2	1	3	3

Fonte: Informações dos questionários

Novamente observa-se que para a comunidade científica, os principais resultados esperados em um projeto da natureza do PGL estão centrados no avanço do conhecimento, adquirido por meio das informações geradas ao longo da sua execução e que podem ser medidos em termos de publicações, teses e dissertações defendidas, desenvolvimento de novas metodologias, entre outras, indicadores que permitem verificar o sucesso ou não das atividades dos diferentes grupos envolvidos. 80% dos coordenadores destacam como muito importante o conhecimento científico e o aprendizado decorrente das novas informações científicas e tecnológicas geradas durante o desenvolvimento do projeto. 70% consideram muito importantes as novas metodologias da área genômica, a qualidade da madeira, a formação de recursos humanos e importante o acréscimo em infra-estrutura e material. Interessante observar que para

55% a produção de artigos e outras publicações são muito importantes e 30% (instituições envolvidas com os trabalhos de desenvolvimento de software e estatística do projeto) consideram esse aspecto pouco importante. Para 60% é “muito importante” e “importante” o controle de pragas e doenças do eucalipto que possam gerar algum resultado significativo ao PGL. Como no PGVB, a geração de patentes é considerada pouco importante ou de nenhuma importância para 60% dos pesquisadores do PGL.

3.3.2.2. As empresas privadas de celulose e papel participantes do PGL

A seguir são apresentados os dados obtidos a partir da amostra de cinco empresas privadas de papel e celulose que integram o PGL e que estão divididas em dois itens. O primeiro apresenta informações gerais sobre essas empresas visando conhecer o perfil institucional das mesmas e o segundo discute e analisa os impactos da participação das mesmas na rede.

i) Informações gerais das empresas privadas participantes da rede PGL

Baseado nos instrumentos apresentados no capítulo 1 sobre a dinâmica técnico-concorrencial de diferentes setores industriais, buscou-se identificar quais as principais e mais importantes estratégias de concorrência das empresas de celulose e papel, assim como as atividades relacionadas à P&D, de modo a obter uma visão geral dessas empresas e subsídios para compreender suas motivações para participação na rede PGL e suas expectativas quanto aos resultados.

As vantagens competitivas das empresas de papel e celulose da amostra

Procurou-se caracterizar as principais vantagens competitivas das empresas de papel e celulose no Brasil relacionando alguns aspectos considerados importantes quanto à sua dinâmica técnico-concorrencial e desenvolvimento de pesquisa técnico-científica e que foram amplamente discutidos na análise setorial das cadeias produtivas e inovativas no capítulo 1. O Quadro 3.18. apresenta os resultados para as 5 empresas que compõem a amostra, de acordo com uma escala variando de 1 a 4, entre “nenhuma importância”, “pouco importante”, “importante” e “muito importante”.

Quadro 3.18. Vantagens competitivas das empresas do setor de papel e celulose

Estratégias de Concorrência	Empresa 1	Empresa 2	Empresa 3	Empresa 4	Empresa 5
Acesso à matéria-prima	4	4	4	4	4
Marketing, comercialização e distribuição	4	3	4	4	4
Assistência técnica a clientes externos e internos	4	4	3	4	4
Certificação (qualidade, ambiental - Selo Verde)	3	4	4	4	4
Menores custos, dada a maior eficiência no consumo de matérias-primas, energia ou mão-de-obra	4	3	3	4	4
Qualificação dos fornecedores	3	3	4	4	4
Elevação do grau de padronização dos produtos	3	4	3	3	4
Economias de escala	3	3	2	4	4
Tecnologia e inovação	4	3	3	3	3
Investimentos em P&D	3	3	3	3	4
Produtos com maior valor agregado	3	4	3	2	4
Qualidade e diversificação de produtos	3	4	2	3	4
Verticalização da produção	3	4	2	3	3
Acesso a financiamento	2	3	2	4	2
Descentralização da produção	3	2	2	1	3
Outros (Distância da fábrica)	0	0	4	0	0

Fonte: Informações dos questionários

Pelos resultados, observa-se que o único ponto considerado muito importante pelas cinco empresas é o acesso à matéria-prima. Isso fica bem evidenciado no capítulo 1 quando se discutiu o setor de papel e celulose, dado que uma das principais estratégias das empresas para garantir a competitividade reside no fato de terem suas próprias florestas plantadas de eucalipto. Ainda como muito importantes são considerados os aspectos relacionados ao marketing, comercialização e distribuição, como elementos que asseguram a manutenção do volume de vendas em relação à produção, a qualificação dos fornecedores, a assistência técnica a clientes internos e externos e a certificação de qualidade e ambiental, importantes para manter posições conquistadas e para movimentar-se em direção a novos mercados, tanto de produtos quanto geográficos (locais e internacionais). Todos esses elementos estão relacionados às estratégias de

concorrência das empresas e são fundamentais para manter e/ou aumentar o nível de competitividade no mercado internacional.

A descentralização da produção é pouco importante para as empresas, de modo geral, o que reforça que a estrutura de governança adotada pelo setor está voltada para a verticalização e economias de escala consideradas importantes como aspecto de concorrência, uma vez que possibilitam a redução dos custos de transação e esse aspecto é, sem dúvida, fundamental para as empresas. A oferta de produtos com maior valor agregado, diversificação e padronização dos produtos são considerados importantes, principalmente na indústria de papel. Em média, as 5 empresas consideram importantes os investimentos em P&D, embora de modo geral, os gastos com P&D da indústria de celulose e papel sejam baixos. Três empresas da amostra consideram pouco importante o acesso a financiamento, as demais muito importante e importante. Uma das empresas apontou como muito importante, a questão de logística das empresas, destacando a distância da matéria-prima à fábrica e do produto acabado para o centro de distribuição, uma vez que a proximidade entre esses pontos também diminui os custos de transação.

As atividades de P&D nas empresas privadas de celulose e papel da amostra

As cinco empresas possuem centros de P&D, localizados próximos ou nas próprias fábricas. As principais linhas de pesquisa das empresas estão focadas no melhoramento genético florestal, manejo florestal, solos e nutrição de *Eucalyptus*, conservação genética de *Eucalyptus* e de espécies florestais nativas, genética e genômica de *Eucalyptus*, qualidade da madeira, produtividade, clonagem, rotas de modificação de fibras e desenvolvimento de processos. Para a indústria de papel, a pesquisa é voltada para qualidade do produto e redução de reversão da alvura para papéis.

Em junho de 2005, as empresas possuíam no total, 938 pessoas trabalhando nas atividades de P&D, considerando somente o setor florestal. Desse total, 1,8% têm doutorado, 2,8% mestrado, 12,6% graduação. Técnicos especializados somam 2,1%, estagiários 1,3% e os restantes, quase 80%, têm 1º. e 2º. graus⁸⁴. Essas informações confirmam os resultados apontados por Brito Cruz (2000), que analisa a presença de pesquisadores com mestrado e doutorado que trabalham em empresas privadas no Brasil. Segundo ele, no Brasil 73% desses profissionais

⁸⁴ Essas informações referem-se às atividades de P&D florestal, envolvendo atividades de campo, viveiros, produção de mudas, por isso um maior número de pessoal com 1º. e 2º. graus.

trabalham para instituições de ensino superior, como docentes em regime de dedicação exclusiva ou tempo integral, enquanto que apenas 11% trabalham para empresas.

Com relação à tecnologia de processos utilizada, em três empresas observa-se que 80% é originada de pesquisa interna e 20% de pesquisa pública. Nas duas outras empresas, uma utiliza tecnologia gerada com 70% em pesquisa interna, 25% em pesquisa pública e 5% em licenciamento, e na outra, 45% em pesquisa interna, 50% em pesquisa pública e 5% por meio de contratos de consultoria. Por se tratar de uma tecnologia madura e relativamente acessível, como apresentado no capítulo 1, normalmente os investimentos ocorrem em inovações incrementais e assim, a maior parte do desenvolvimento de tecnologias é gerada no interior das próprias empresas. A parceria com instituições públicas ocorre para a resolução de problemas pontuais e específicos e não para o desenvolvimento de inovações, de uma maneira geral.

Já no aspecto referente à P&D propriamente, sabe-se que a escolha das empresas em fazer parceria com as universidades e institutos de pesquisa é uma decisão estratégica, normalmente associada à apropriação de lucros que possam advir dos resultados atingidos.

Como já discutido no capítulo 1 dessa dissertação, essa associação universidade/institutos de pesquisa e empresas do setor é freqüente, uma vez que a pesquisa científica e tecnológica sempre foi de grande importância para a indústria nacional de celulose e papel, sendo o setor que mais investe em pesquisa florestal. Assim, procurou-se verificar a interação empresas – universidades/institutos de pesquisa em P&D solicitando a indicação dos principais parceiros nessas atividades, em número de instituições, importância (numa escala de 1 a 4, entre nenhuma importância, pouco importante, importante e muito importante) e freqüência das parcerias (numa escala entre 1 e 4, entre nunca, uma ou duas vezes, às vezes, sempre), entre os anos de 2002 a 2004. Os resultados são mostrados no Quadro 3.19. As parcerias com universidades estão em maior número, seguidas pelas empresas nacionais e parcerias internacionais. De modo geral, as cinco empresas consideram essas parcerias como importantes para desenvolvimento de atividades de P&D, para apenas uma delas é pouco importante. O mesmo ocorre com relação à freqüência, quatro empresas informando que mantêm parceria com outras instituições “às vezes” e uma delas entre “uma e duas vezes”, no período solicitado no questionário.

Quadro 3.19. Número de instituições parceiras, frequência e importância das parcerias para atividades de P&D, 2002 - 2004

Empresas	Indicadores de parcerias para atividades de P&D		
	Número	Importância	Frequência
Parceiros			
Institutos de pesquisa	9	3	3
Universidades	41	4	3
Empresas nacionais	25	3	3
Empresas Internacionais	22	3	2
Consultoria	16	2	3

Fonte: Informações dos questionários

Quatro empresas empregam 100% de recursos próprios para as atividades de P&D, sem financiamento por parte do Governo ou outras agências nacionais e internacionais. Uma empresa emprega 95% de recursos próprios, os restantes 5% financiados por organismos internacionais.

Os recursos empregados para as atividades de P&D frente ao faturamento das empresas são baixos, o que pode ser confirmado pelo estudo da Pintec divulgado em 2004 para o setor de papel e celulose⁸⁵. Em 2004, três empresas empregaram 1% do faturamento em atividades de P&D florestal, uma das empresas, 2% e a outra empresa 4,5%, bem acima do que vem sendo realizado para o setor.

A distribuição interna das despesas por tipo de atividade está mostrada no Quadro 3.20. Observa-se que a maior parte dos investimentos está voltada à pesquisa aplicada, como é esperado em um setor cuja dinâmica concorrencial consiste no aumento da competitividade internacional, embora também seja representativa a distribuição para adaptação e melhoria de qualidade. As empresas praticamente não realizam pesquisa básica internamente, o que reforça que essa atividade deve ser realizada nas universidades e institutos de pesquisa, e os resultados passíveis de inovação licenciados e/ou desenvolvidos em parceria com as empresas privadas.

⁸⁵ O estudo da Pintec (2004) mostra que o setor de papel e celulose apresentou uma taxa de inovação em 2003 equivalente a 30,7%, abaixo da média para indústria de média-baixa intensidade tecnológica que é de 33%. Com relação à receita líquida em vendas, a atividade inovativa foi de 2,2% e a atividade interna de P&D de 0,22%.

Quadro 3.20. Distribuição interna das despesas de P&D, por atividade, em %

Empresas	Distribuição interna de P&D por atividade (%)			
	Pesquisa básica	Pesquisa aplicada	Adaptação	Melhoria qualidade
1	20	60	10	20
2	0	40	30	30
3	10	70	10	10
4	0	60	25	15
5	10	70	10	10

Fonte: Informações dos questionários

Com relação à tendência de internalização de atividades de P&D desenvolvidas em parceria com outras instituições, nacionais e internacionais, três empresas sinalizaram positivamente, principalmente para as atividades relacionadas à área de biotecnologia, por serem importantes e oferecerem uma boa oportunidade para negócios futuros da empresa. Uma das empresas também coloca que a internalização deve ocorrer por questões ligadas à filosofia dos dirigentes dado que é uma área de grande domínio dos controladores. Já uma outra informa que várias atividades já foram internalizadas, mas ainda não na totalidade, como genômica e transgenia e estudos relacionados à resistência a doenças e considera estratégica a internalização, pois permite um maior controle pela empresa, maior agilidade nas respostas e, também, por serem algumas atividades rotineiras. As duas outras empresas não internalizariam as atividades de P&D, dado que as atividades internalizadas são as de rotina dos processos produtivos.

Sobre os acordos de cooperação, as cinco empresas afirmam que estes sempre existirão, principalmente em áreas nas quais a empresa não tem experiência e domínio do conhecimento técnico-científico e para a pesquisa básica que se constitui num ponto de partida para a posterior aplicação e desenvolvimento de inovações sendo, também, necessária e importante pela agregação de massa crítica e desenvolvimento pré-competitivo como forma de baratear P&D. Para uma das empresas, as cooperações vão ocorrer sempre, mas esta entende que deve ter pleno domínio das tecnologias que utiliza, além da geração própria de pesquisa e desenvolvimento de produtos e processos.

Em princípio, não existe preferência por parte das empresas para parcerias com instituições nacionais ou estrangeiras. O que conta são as competências, capacitação,

conhecimento, *know-how* e desenvolvimento de projetos, a relação custo/benefício e a facilidade de acesso às informações. Depende, assim, da especialidade e do grau de desenvolvimento tecnológico para o assunto. Uma das empresas procura sempre parcerias com centros de excelência, mas se as condições forem iguais, dá preferência por instituições nacionais. Outra empresa alega que a preferência é por instituições nacionais, pois existe competência científica e técnica no Brasil em todas as áreas do conhecimento, e também pela facilidade de acesso, relacionamento e como forma de incentivo em *know-how* nacional.

Outra questão foi relacionada aos avanços científicos na área de genética, genômica e biotecnologia, sendo que as empresas apontam como principais a transformação genética de plantas, propagação vegetativa e a clonagem, redução do teor de lignina na variedade *Populus* e a transgenia em *Eucalyptus*. Na área genômica não se verifica nenhum avanço significativo até o momento, todos os potenciais avanços que afetariam o mercado de celulose e papel na área florestal ainda não têm efeitos materializados nas florestas e mesmo na indústria. Esse aspecto também foi abordado no capítulo 2 dessa dissertação, ao discutir que resultados na área biotecnológica são demorados e necessitam de investigação científica e tecnológica por vários anos.

Sobre os meios de proteção utilizados para impedir a difusão de conhecimentos e os resultados da pesquisa, os contratos de exclusividade e segredo industrial são os mais procurados, conforme apontado pelas cinco empresas. A proteção por patentes é muito pequena, apenas duas empresas informaram utilizar às vezes esse tipo de proteção. Novamente, isso pode ser explicado por se tratar de um setor com tecnologia madura, bastante acessível e sendo assim a proteção via segredo industrial e contratos de exclusividade são as mais comuns. Apenas uma das empresas apontou o depósito de uma patente de processo no exterior em 2002.

Ainda com relação às atividades de P&D internas, observa-se que os pesquisadores das cinco empresas possuem publicações de artigos científicos em periódicos nacionais e internacionais. Três empresas informaram a publicação de 11 artigos em revistas nacionais e 11 em internacionais. Uma das empresas informou 56 publicações em revistas nacionais e 16 artigos em periódicos internacionais. Uma empresa não possui publicações na área.

Essa produção científica, principalmente de uma das empresas, certamente é fruto da política de capacitação na área de P&D, pois esta possui um plano de desenvolvimento individual, que inclui incentivo a participação em congressos nacionais e internacionais e ao auto

desenvolvimento, como cursos de pós-graduação, estes últimos normalmente geradores de produção científica. As outras empresas também estimulam a participação em eventos científicos, cursos de pós-graduação e promovem cursos internos para desenvolvimento de habilidades específicas nas áreas de atuação, com constante atualização de pessoal.

De uma maneira geral, as políticas governamentais de incentivos fiscais, financiamento, dentre outras, não têm grande influência nas estratégias de inovação e concorrenciais dessas empresas, uma vez que estas normalmente utilizam recursos próprios para pesquisa e desenvolvimento tecnológico. Estas procuram atender às legislações e definições governamentais ligadas ao setor, principalmente requisitos de qualidade e ambiental. Com relação às estratégias de cooperação para o desenvolvimento de pesquisa, todas são unânimes sobre a iniciativa do Governo ao instituir os fundos setoriais, permitindo pesquisa pré-competitiva para incentivar P&D, e no caso específico do PGL a oportunidade para o desenvolvimento conjunto de tecnologias, a custos mais baixos e com mais eficiência, possibilitando a integração de centros de excelência que possuem um alto nível de complementariedade científica e tecnológica, importantes para o setor.

ii) O desenvolvimento do PGL e seus impactos para as empresas privadas de celulose e papel participantes da rede

Os resultados discutidos a seguir visam compreender a participação das empresas privadas de celulose e papel no desenvolvimento do PGL. A partir da amostra das cinco empresas do setor, foram analisadas as motivações para integrar a rede, o relacionamento com os demais grupos participantes, assim como as expectativas com relação aos resultados da pesquisa.

Essas empresas apontaram como a principal motivação para participar no PGL o fato de ser uma pesquisa em base pré-competitiva e também pelas seguintes razões:

- obtenção de tecnologia para uso e possível internacionalização no processo pesquisa;
- acesso a conhecimento gerado e utilizável para melhorar processo produtivo, a baixo custo e no mesmo nível dos competidores;
- acesso a ferramentas e tecnologias a serem usadas no programa de melhoramento e capacitação de pessoal em biotecnologia;
- necessidade de ampliar ou manter nível de competitividade com custos compartilhados e num processo pré-competitivo; e

- baixo investimento, pressão política e oportunidade.

A pesquisa em nível pré-competitivo é bastante interessante para as empresas, não somente pelas razões expostas acima, mas principalmente pelos riscos e incerteza dos resultados de um projeto dessa natureza e pelo fato de que pesquisas na área de genômica e biotecnologia normalmente necessitam de um longo prazo para um retorno positivo em termos de produtos e processos⁸⁶.

Até o momento, o relacionamento entre os integrantes é considerado ou muito satisfatório ou satisfatório entre as empresas e entre estas e as universidades e institutos de pesquisa, e também a Funarbe, a gestora administrativa do projeto.

É a primeira vez que empresas concorrentes compartilham material genético e informações técnicas entre si. Além de material genético e produção de mudas, foram instaladas redes experimentais para testes de campo em diferentes regiões do país, pelas empresas Jari (Norte), Celmar e Veracel (Nordeste), Cenibra, VCP, International Paper e Lwarcel (Sudeste) e Klabin (Sul). A Cenibra também colocou à disposição dos participantes dados de NIRS (espectrofotometria de infra-vermelho próximo) e metodologias de amostragem de madeira para este equipamento para o desenvolvimento do projeto, o que vem sendo muito importante para as atividades do subprojeto 2, realizado na UFV – Laboratório de Celulose e Papel, que tem um equipamento NIRS instalado. Além disso, as empresas são também responsáveis pelos testes de progênie que fazem parte do projeto e pertencem a todas as empresas, e pela amostragem de madeira e troca de *papers* e outras informações técnico-científicas com os demais participantes.

Não houve nenhum aumento significativo nos últimos anos com relação aos recursos dispendidos pelas empresas direcionados ao PGL, tanto em relação aos gastos totais com P&D da empresa como com relação ao faturamento total. Os valores apontados pelas empresas com os gastos do PGL em relação aos gastos totais com P&D estão ao redor de 1% sendo que uma das empresas apresentou um valor de 3,5%. Esses valores podem ser considerados significativos frente à média do setor, que é 0,22% (Pintec, 2004). Já com relação ao faturamento total da

⁸⁶ A pré-competitividade coloca os participantes do PGL numa posição bastante confortável, uma vez que não existe até o momento nenhum resultado com aplicação produtiva. O objetivo do trabalho é gerar um banco de dados e uma coleção completa de genes sequenciados como alvo de investigações futuras por parte das empresas. A partir daí, cada empresa deverá ser capaz de incorporar rotinas que possibilitem um acesso mais rápido ao conhecimento e informações produzidos pelas atividades de pesquisa do PGL. Assim, quanto maior a capacidade de absorção da empresa, em termos de pessoal especializado, infra-estrutura, competências, habilidades e experiência, maior será sua capacidade de perceber oportunidades e sua chance de aproveitar e explorar os conhecimentos gerados nessa rede pré-competitiva.

empresa, os gastos apontados ficam abaixo de 0,03% – mesmo com a instalação da rede experimental de campo e pessoal para acompanhamento -, o que reforça a vantagem das pesquisas pré-competitivas.

Do pessoal fixo das cinco empresas que trabalhavam na P&D do projeto, em junho de 2005, 4 são doutores, 5 têm mestrado, 7 são graduados e 2 são técnicos especializados. A participação no PGL não exigiu das empresas um treinamento para os técnicos e pesquisadores, uma vez que as atividades já estão incorporadas nas rotinas florestais e dos centros de P&D, e no estágio atual do projeto não há necessidade de profissionais com habilidades específicas para aproveitar os produtos gerados. A capacitação e a contratação serão necessárias à medida que o projeto avance e que os resultados indiquem a possibilidade para o desenvolvimento de inovações. À época do questionário, em junho de 2005, uma das empresas informou o treinamento de 3 profissionais e a contratação de um doutor para os assuntos relacionados à genômica e do projeto, de modo geral. Outra empresa informa que o pessoal de pesquisa realizou treinamento em assuntos na área de genômica para acompanhar o projeto e poder aproveitar melhor os resultados ao longo da execução. O aprendizado constante, o aproveitamento das competências essenciais das empresas e a complementariedade de ativos reforçam alguns dos elementos mais importantes da abordagem evolucionista discutida no capítulo 1, refletindo o caráter dinâmico da rede PGL.

Como vimos anteriormente, é esperado que ao final da primeira etapa do PGL, os participantes tenham um conjunto de informações que possibilitem aprofundar estudos e pesquisas de interesse tanto no âmbito acadêmico como industrial, principalmente. O Quadro 3.21. apresenta as principais expectativas das cinco empresas quanto aos resultados do PGL relacionadas aos aspectos considerados mais importantes de todo o trabalho que vem sendo desenvolvido, numa escala de 1 a 4, entre nenhuma importância, pouco importante, importante e muito importante.

Quadro 3.21. Expectativas das empresas com os resultados do PGL

Expectativas dos resultados	Empresa 1	Empresa 2	Empresa 3	Empresa 4	Empresa 5
Metodologias de mapeamento genético	4	4	4	4	4
Qualidade madeira	3	4	4	4	4
Capacitação de RH	4	3	4	4	2
Informações científicas e tecnológicas	3	4	4	3	2
Controle pragas e doenças	2	3	4	3	2
Exploração sustentável do meio ambiente	1	3	3	2	4
Produtividade	2	3	3	3	3
Crescimento volumétrico do eucalipto	3	3	2	3	3
Geração de patentes	2	2	3	3	2
Requisitos de qualidade	3	1	2	3	2

Fonte: Informações dos questionários.

Pelas informações, observa-se que as metodologias de mapeamento genético e os aspectos relacionados à qualidade da madeira são considerados muito importantes por 4 empresas e importante para uma delas. Esse resultado era esperado, uma vez que um dos principais objetivos do PGL está na incorporação de tecnologias de genética genômica nos programas de melhoramento e produção florestal das empresas com ênfase no processo de formação da madeira.

Uma empresa considera pouco importante o crescimento volumétrico e produtividade do eucalipto, para as outras 4 empresas esse aspecto é importante.

Também são considerados elementos importantes as informações científicas e tecnológicas, a capacitação de recursos humanos, a exploração sustentável do meio ambiente, assim como o controle de pragas e doenças. De menor importância para as empresas estão a geração de patentes e os requisitos de qualidade, que possam ser explorados com os resultados do PGL.

Esses resultados mostram que a principal estratégia dessas empresas se concentra nos aspectos que podem interferir diretamente na produção do eucalipto, visando à diminuição do

ciclo produtivo e aumento da produtividade, que sempre foram os elementos mais fortes do setor frente aos concorrentes internacionais.

3.3.2.3. Rede PGL: pontos fortes, dificuldades e oportunidades

Esse item discute as informações apontadas pelos grupos que responderam aos questionários, tanto das universidades e institutos de pesquisa quanto das cinco empresas privadas, relacionados às principais dificuldades, bem como os pontos fortes, oportunidades e outras observações importantes do trabalho em uma rede como o PGL.

De forma geral, tanto as universidades e institutos de pesquisa quanto as empresas privadas consideram a experiência do trabalho de pesquisa pré-competitiva e realizada em rede muito positiva e participariam de outros trabalhos conjuntos. As vantagens apontadas pelos respondentes destacam os seguintes aspectos:

- compartilhamento e consolidação de parcerias, competências e colaborações, institucionalizadas pelos termos de compromisso e convênio;
- integração do trabalho em rede possibilita unir esforços de pesquisadores especialistas em diferentes áreas e permite obter um grande número de resultados complementares, com uma interpretação mais aprofundada e abrangente;
- divisão de tarefas por grupos com competências específicas em diferentes áreas do conhecimento otimiza o andamento das pesquisas;
- aporte de um volume maior de recursos, difícil para projetos individuais;
- efetiva participação do setor produtivo no desenvolvimento das pesquisas e contribuição financeira;
- geração de conhecimento no país em setores economicamente importantes e possibilidade de agregar profissionais e pesquisa de diferentes áreas e regiões;
- possibilidade de geração e análise de grande quantidade de dados de forma compartilhada;
- intercâmbio constante de idéias e realidades entre a pesquisa básica e o setor produtivo;
- possibilidade de treinar estudantes na interface da pesquisa com o setor produtivo, além do aprendizado constante em diversas áreas da ciência com diversos especialistas;
- integração de competências para resolução de problemas;

- possibilidade de propor e realizar projetos mais ambiciosos do ponto de vista técnico e de inovação.

Algumas considerações importantes devem ser feitas com relação ao papel do governo federal no estabelecimento da rede PGL. Os participantes consideram fundamental a iniciativa do governo ao apoiar a formação de redes de pesquisa, garantindo um grande impulso para o desenvolvimento científico do país, principalmente para o apoio à pesquisa básica. Também fundamental em áreas como a genômica, uma vez que as empresas dificilmente investiriam recursos próprios individualmente em projetos de ampla escala apenas promissores e, dessa forma, o melhor arranjo é o trabalho em rede, com aporte de recursos tanto do Governo como das empresas, diminuindo os riscos da pesquisa. De acordo com o coordenador do projeto, o papel do MCT foi decisivo no estabelecimento do PGL, pois permitiu ampliar seu escopo com o aporte de recursos realizado.

No caso específico do PGL, a maior parte dos pesquisadores aponta como um dos principais problemas o número de bolsas concedidas, considerado insuficiente pela complexidade, abrangência e volume de atividades envolvidas no projeto e, nesse caso, seria interessante que o governo liberasse mais recursos para recursos humanos. A questão de pagamento de pessoal é um problema que atinge a execução de vários projetos de pesquisa, uma vez que os recursos liberados pelas agências governamentais normalmente são aprovados para despesas de capital, material de consumo e serviços de terceiros, a exemplo do PGL. A distribuição de cotas de bolsas do programa CNPq/RHAE diminui, em parte, esse problema, mas como existem restrições orçamentárias, esse aspecto se torna um gargalo para o bom andamento das atividades de pesquisa. Apesar disso, outras opiniões apontam que o apoio do governo para o estabelecimento de redes de pesquisa mostra que existe capacidade instalada em várias instituições de pesquisa do país e que elas apenas precisam de apoio para se desenvolver.

Novamente, como no PGVB, o demorado processo na importação de equipamentos e outros materiais, acabou retardando o início de várias atividades e também foi apontado pelos pesquisadores como prejudicial ao cumprimento de metas estabelecidas previamente, como citado anteriormente. Embora o governo tenha facilitado o processo de importação de bens para a pesquisa científica no país, ainda é grande a quantidade de documentos necessários para esse fim. Isso decorre das exigências de licitação, da tramitação interna desses documentos junto ao CNPq e Finep, órgãos responsáveis pelos processos de importação, do prazo de embarque pelos

fornecedores, sem contar com a burocracia para a liberação existente nos aeroportos do país e, no caso do PGL, as constantes greves da Receita Federal. Outro ponto importante é que a demora no fechamento de câmbio, em função das oscilações da moeda estrangeira no país, acaba às vezes por comprometer recursos do projeto, que poderiam ser utilizados para outras atividades.

Com relação aos aspectos que podem ser melhorados, os participantes entendem que, embora o gerenciamento e a coordenação sejam um ponto de destaque do PGL, deve ainda existir uma maior sinergia entre os diferentes atores, uma maior cobrança com relação ao cumprimento de metas estabelecidas com o comprometimento dos grupos, uma maior coordenação do trabalho junto às empresas e maior participação/envolvimento das empresas nas atividades mais relacionadas à pesquisa básica, além do envio dos resultados já atingidos aos participantes, permitindo assim uma melhor discussão e análise dos mesmos.

Outra colocação está no aspecto da informação e comunicação, que são fundamentais em uma rede como o PGL. Na opinião de um dos participantes, a constituição de um núcleo administrativo profissional e de informação permanente possibilitariam uma maior dedicação do coordenador à pesquisa propriamente dita e não à administração e ao gerenciamento das informações entre os pesquisadores, melhorando ainda mais o desempenho da rede.⁸⁷

Esse argumento pode ser contestado. Num trabalho em rede, a figura do coordenador é fundamental, principalmente por estarem seus participantes localizados em diferentes instituições e, às vezes, dispersos geograficamente, o que dificulta a organização das atividades do projeto. O papel do coordenador deve ser o de procurar a harmonia entre os grupos, cobrar resultados e auxiliar, sempre que solicitado, no cumprimento das metas estabelecidas. Além disso, deve ter uma boa capacidade de articulação, dado que seu relacionamento não está somente ligado ao trabalho de pesquisa, mas também às tarefas relacionadas às instituições de suporte às atividades do Programa (como o governo, as fundações de amparo à pesquisa, as empresas, às entidades reguladoras, entre outros) e, no caso do PGL, também à Funarbe para acompanhamento da gestão financeira. A questão da comunicação também é importante, pois mesmo que seja administrada por profissionais, o coordenador deve também acompanhar as informações que serão

⁸⁷ O PGL estruturou em abril de 2006 sua *homepage* que vai permitir o acesso público a informações sobre o projeto, histórico da constituição, participantes etc. De acesso restrito aos participantes da rede, ficarão disponíveis informações técnicas, andamento do projeto, atas das reuniões anuais, deliberações, pareceres, dentre outras atividades específicas do projeto.

disponibilizadas, em função principalmente das normas contratuais de sigilo estabelecidas entre os atores da rede, entre outros aspectos a serem considerados.

3.3.2.4. Comentários finais

A rede PGL pode ser compreendida como um caso típico do Modo 2 de produção do conhecimento, como discutido no capítulo 2 dessa dissertação, principalmente porque a pesquisa que vem sendo desenvolvida está voltada para a possível geração de inovações e solução de pontos importantes para o setor de papel e celulose, além de envolver uma equipe transdisciplinar com uma complexa interação entre pesquisadores, técnicos, usuários e, também, financiadores. Ou seja, o processo de produção do conhecimento, no caso do PGL, envolve atores localizados em diferentes contextos profissionais e com competências específicas, permitindo explorar a capacidade competitiva da rede, de forma que todos os participantes se beneficiem dos resultados, gerando novas capacitações científicas e tecnológicas em todo o setor.

Pode-se também deduzir que ela se insere no chamado quadrante 4 de Stokes – o Quadrante de Pasteur, que implica na associação do conhecimento científico básico aliado ao uso dos resultados na busca pelo desenvolvimento de inovações tecnológicas, na direção das forças concorrenciais do mercado de papel e celulose.

O PGL foi estruturado com instituições já consolidadas em termos de pesquisa florestal – tanto científica quanto tecnológica -, genética, genômica e biotecnologia, e também com alguns grupos de jovens pesquisadores atuantes nessas áreas, devido a presença das maiores empresas do setor de papel e celulose do Brasil e de instituições públicas que há anos foram constituídas no país.

Com relação à dinâmica do PGL, percebe-se uma grande interação entre os diferentes grupos, notadamente entre as empresas que vêm colaborando entre si no desenvolvimento da rede experimental de campo, uma das atividades mais importantes do projeto e que a diferencia das demais redes em genômica florestal no mundo. Embora o PGL seja distribuído em 9 subprojetos, vários laboratórios de pesquisa vêm realizando atividades complementares, garantindo assim, a constante evolução da pesquisa e dos dados gerados. No caso do PGL, essa integração entre instituições públicas e privadas é particularmente interessante, uma vez que as empresas absorvem o conhecimento científico gerado pelos pesquisadores das universidades e institutos de pesquisa e estes têm a oportunidade de participar das práticas produtivas desenvolvidas nas

empresas privadas. Dessa forma, o compartilhamento de experiências, habilidades e competências distintas estimulam e promovem uma intensificação do aprendizado, resultado do trabalho conjunto e do grau de envolvimento dos grupos nas atividades de campo, laboratoriais e aquelas ligadas à bioinformática. Um número grande de pesquisadores, técnicos, alunos de pós-graduação vêm trabalhando no PGL, embora comparativamente ao PGVB, em termos de escopo, esse número seja relativamente pequeno. O problema apontado, como visto, é a falta de recursos para bolsas e também o tempo de duração das mesmas, normalmente 24 meses, o que para um projeto de 5 anos é realmente limitante, uma vez que a formação de pessoas para atividades específicas demanda tempo e dedicação de pesquisadores envolvidos. Com isso, as universidades e os institutos de pesquisa poderiam avançar muito mais nas pesquisas e, conseqüentemente, caso não ocorram problemas ao longo do projeto, gerar resultados em menor prazo.

Também foram apontadas como resultados muito importantes do PGL, a produção científica (como publicações e trabalhos em congressos) e a formação de recursos humanos, elementos que consolidam os grupos de pesquisa das universidades e institutos de pesquisa.

A participação do setor privado no PGL também tem importância fundamental, uma vez que já possui um forte histórico de geração de ganhos e competitividade na indústria de base florestal e as empresas possuem competência técnico-científica para trabalhos dessa natureza.

Em que pesem as dificuldades encontradas ao longo do processo de execução, como a reprogramação de atividades pelos grupos, atrasos na liberação de equipamentos e materiais no início do projeto, alterações nos experimentos de campo por força de condições ambientais etc., assim como a incerteza na geração de resultados que permitam uma aplicação tecnológica, o trabalho em rede vem permitindo uma interação bastante proveitosa entre todos os participantes e que se reflete positivamente nos resultados alcançados nesses 4 anos de projeto, refletida na produção científica e na formação de recursos humanos nas áreas específicas do PGL.

Segundo o coordenador do projeto, o PGL completou em junho de 2004 uma coleção de sequências de DNA geradas a partir de genes e do genoma de quatro espécies de *Eucalyptus*, que permitiu a identificação de genes importantes de lignificação e síntese de celulose para a realização de estudos de expressão diferencial via bioinformática. Como primeiros resultados concretos do projeto estão a base de dados gerada e a coleção completa dos genes sequenciados que estão sendo transferidas para as empresas privadas participantes, que já estão começando os seus investimentos em bioinformática aplicada ao melhoramento genético.

Utilizando-se a tipologia proposta por Callon (1992) e Callon *et al.* (1995) pode-se dizer que o PGL é uma rede completa, uma vez que tem em sua estrutura os três pólos – científico, tecnológico e de mercado, e também o pólo de financiamento. Trata-se também de uma rede longa e pelos resultados até agora observados percebe-se que a rede PGL apresenta alinhamento e coordenação mais fortes que o PGVB, apontando assim para uma rede convergente. Isso sem dúvida reflete a presença de instrumentos formais e legais que determinam as ações e obrigações de todos os grupos envolvidos na rede PGL, assim como pela circulação de informações e troca de experiências entre todos os atores, que traduzem muito bem as regras de coordenação e o andamento das atividades.

O quadro a seguir sintetiza, comparativamente, as principais características das redes genômicas da Vassoura de Bruxa (PGVB) e do *Genolyptus* (PGL), com base nos seus elementos de constituição e na discussão dos resultados dos dados coletados apresentados acima.

Quadro 3.25. Elementos de comparação das redes PGVB e PGL

Elementos de comparação	PGVB	PGL
Concepção	Decisão política em nível estadual	Negociação política: governo federal, empresas, universidades e institutos de pesquisa
Negociação	1 ano	7 anos
Vigência	2000 – 2005	2002 - 2007 (1a. Etapa)
Valor total do projeto (até 2004)	Cerca de R\$ 1,15 milhão (Seagri/BA) e R\$ 900 mil (CNPq); R\$ 315 mil (bolsas CNPq)	Cerca de R\$ 5 milhões (FINEP/FVA); R\$ 2,25 milhões (empresas); R\$ 500 mil (bolsas CNPq); R\$1,1 milhão (aplicações financeiras até março 2006)
Documentos de contratação	Contrato padrão CNPq e Seagri; Termo de Sigilo	Contrato padrão FINEP e Funarbe; Termo de Compromisso e Sigilo
Participantes	5 universidades e 2 institutos de pesquisa (estrutura inicial)	Um instituto de pesquisa (3 unidades), 6 universidades e 14 empresas privadas

Quadro 3.25. Elementos de comparação das redes PGVB e PGL (continuação)

Elementos de comparação	PGVB	PGL
Motivações	Possibilidade de solucionar um problema fitossanitário de uma cultura de grande importância econômica, social e ambiental (cacau) e desenvolver uma rede de pesquisa em genômica no estado da Bahia	Pesquisa pré-competitiva: menor custo, acesso a conhecimento científico gerado para uso em programas de melhoramento e processos produtivos; ganho de competência em um setor de forte concorrência e importante economicamente para o país
Subprojetos	Não há	9
Gerenciamento das atividades	Virtual (reuniões anuais)	Virtual (reuniões técnicas e de acompanhamento anuais)
Abrangência	Estadual	Nacional
Objetivo	Científico: controle da doença vassoura de bruxa (fitossanitário)	Científico e tecnológico (competitividade)
Experiência dos grupos	Grupos baianos sem experiência em genômica e biologia molecular, exceto Unicamp/Cenargen	Grupos das universidades e institutos de pesquisa com experiência em genética, genômica, bioinformática, tecnologia da madeira; empresas com experiência em melhoramento genético convencional, tecnologia de produtos e processos
Políticas públicas	Essencial (incentivos e financiamento para produtores)	Importante
Morfologia das redes	Incompleta; curta	Completa; longa
Convergência das redes	Média	Alta
Conhecimento	Multidisciplinar	Multidisciplinar
Quadrante de Stokes	Pasteur: pesquisa básica e aplicação biotecnológica	Pasteur: pesquisa básica e aplicação tecnológica
Produção científica	Alta	Média
Treinamento e formação de recursos humanos	Alta	Alta

Quadro 3.25. Elementos de comparação das redes PGVB e PGL (continuação)

Elementos de comparação	PGVB	PGL
Projetos aprovados e montante de recursos	40 (Total de recursos: R\$ 4,37 milhões)	2 (Total de recursos: R\$ 726mil)
Dificuldades	Ausência de termo de compromisso entre os participantes; descomprometimento de alguns grupos com relação às metas estipuladas; atrasos na importação de bens e materiais para pesquisa; dependência do setor público; dificuldades de alguns laboratórios baianos nas metodologias de seqüenciamento e padronização de técnicas e adaptação dos laboratórios para executar as atividades do projeto	Atrasos na importação de bens e materiais para pesquisa; grande burocracia por parte do governo e empresas para contratação; pequeno número de bolsas para condução das atividades de pesquisa; reprogramação de atividades; ausência de um núcleo de informação permanente; necessidade de maior cobrança com relação às metas estabelecidas e comprometimento dos grupos
Desdobramentos e principais resultados	Grande número de novos projetos; melhoria da infraestrutura para pesquisa; contratação de pessoal; capacitação em biologia molecular e consolidação da rede genômica na Bahia; fortalecimento da CT&I no Estado: SECTI, IBB e Fapesb; lista de discussão do cacau (cerca de 700 usuários); propostas de planejamento estratégico para a lavoura do cacau (verticalização: produção, processamento, comercialização e produção de chocolates); técnica adequada de manejo e conhecimento da ação do fungo com base na genômica pode gerar soluções para controle da doença.	Ampla cooperação entre empresas concorrentes com compartilhamento de material genético; visibilidade internacional; integração entre vários e diferentes grupos de pesquisa; troca de informações científicas; forte liderança; geração de base de dados de genes de lignificação e síntese de celulose e coleção completa de 150 mil genes seqüenciados

4. CONCLUSÕES

As principais conclusões deste trabalho referem-se à análise das motivações e dos desdobramentos da organização e do estabelecimento das redes da Vassoura de Bruxa e do *Genolyptus*, as quais têm por objetivo, respectivamente, a pesquisa genômica para o controle da doença vassoura de bruxa que ataca os cacaueiros no sul da Bahia e a melhoria de características importantes da cultura do eucalipto no país.

A ferramenta de análise escolhida foi a abordagem evolucionista da dinâmica da inovação tecnológica, integrada aos conceitos de cadeias produtiva e inovativa e redes de pesquisa. A abordagem evolucionista é particularmente interessante para o estudo de redes de pesquisa, uma vez que permite compreender as competências e as habilidades dos atores envolvidos nos processos de cooperação. Observa-se que o aprendizado interativo proporcionado por essas redes promove o desenvolvimento de novas competências que, incorporadas às rotinas das instituições, criam condições para a condução de novas atividades e um melhor aproveitamento de oportunidades tecnológicas, num processo dinâmico e evolutivo.

Também a análise da dinâmica técnico-concorrencial dos setores de cacau e chocolate e de papel e celulose destaca a organização dos seus diferentes segmentos em cadeias produtivas e inovativas, permitindo compreender como as características desses setores impactam as relações entre os atores envolvidos nos processos de cooperação. Ou seja, a maior ou menor integração e articulação entre as atividades dos distintos segmentos que compõem essas cadeias influencia a criação, a formatação e a evolução das redes de pesquisa.

Os conceitos de organização da pesquisa, notadamente as redes de pesquisa, por sua vez, se mostram úteis para analisar e compreender como os arranjos institucionais são estruturados para a condução da pesquisa e da inovação em diferentes setores industriais.

Com base nesses instrumentos, os elementos identificados na análise do desenvolvimento da cacaucultura e da eucaliptocultura no Brasil corroboram o argumento principal desse trabalho, ao permitir constatar a acentuada diferença nas suas dinâmicas concorrenciais, destacada pela organização das suas cadeias produtivas e inovativas e que se refletiu no estabelecimento e na estruturação das redes genômicas da Vassoura de Bruxa e do *Genolyptus*.

Identificou-se um considerável grau de articulação e organização no setor de papel e celulose, com uma integração bastante forte entre os segmentos produtivo e técnico-científico na resolução de problemas e desenvolvimento de pesquisa ao longo do tempo. Essa integração tem

raízes históricas, desde o início da década de 1960 com o desenvolvimento da celulose de fibra curta do eucalipto, estimulando, a partir daí, a criação de cursos, laboratórios e centros específicos para pesquisa em recursos florestais e de celulose e papel, tornando o Brasil capacitado em pesquisas florestais. Mesmo com centros de pesquisa *in house*, as empresas de celulose e papel têm tradição em parcerias para a condução de pesquisas, sendo comuns arranjos de cooperação com instituições públicas que atendam interesses específicos dessas indústrias, o que amplia as possibilidades de desenvolvimento do setor. Com aparato político-institucional forte e muito dinâmico e uma estrutura bem consolidada, as empresas vêm mobilizando cada vez mais recursos em suas atividades florestais e industriais para manter as vantagens competitivas frente aos seus concorrentes. Além disso, o apoio do Governo no estabelecimento de políticas de financiamentos e incentivos fiscais foi fundamental, favorecendo ainda mais seu crescimento e a geração de riquezas.

Já no setor de cacau e chocolate, ao contrário, observa-se uma forte desarticulação entre os segmentos das cadeias produtivas e inovativas, também influenciada por fatores históricos. São várias as principais causas dessa desarticulação refletidas pelas graves crises que atravessou e que atravessa o setor cacauero. O perfil individualista e de comportamento pouco inovador dos produtores de cacau, o mercado instável com constantes quedas dos preços internacionais dessa *commodity*, a ausência de crédito e, principalmente, o aparecimento da doença vassoura de bruxa não têm sido favoráveis ao estabelecimento de novos patamares produtivos. Esse mesmo perfil individualista aparece no setor industrial (processadoras e chocolateiras), os grandes atores ausentes da cadeia, cujos interesses e investimentos estão voltados prioritariamente à diferenciação de produtos, visando atingir novos mercados e consumidores, o que os tornam descomprometidos com a re-estruturação do setor. Aliado a isso, o comportamento territorialista da Ceplac, único órgão até recentemente responsável pela pesquisa com cacau, não favoreceu a constituição de arranjos institucionais voltados à resolução dos graves problemas da lavoura, acabando por prejudicar o seu desenvolvimento.

Observa-se, dessa forma, uma diferença de trajetórias tecnológicas e principalmente organizacionais que influenciam significativamente as atividades inovativas desses setores e que foi determinante para o desenvolvimento das redes genômicas da Vassoura de Bruxa e do *Genolyptus*.

A primeira pode ser caracterizada essencialmente como uma rede científica, uma iniciativa da comunidade acadêmica – no caso a Unicamp que, agregando pesquisadores de universidades e institutos de pesquisa baianos, vem desenvolvendo pesquisa básica visando encontrar soluções para o controle da doença vassoura de bruxa, sem a participação dos pólos tecnológico e de mercado, ou seja, os segmentos produtivo e de transformação.

A segunda rede, estabelecida desde o início com os pólos científico, tecnológico e de mercado, voltada não somente para o desenvolvimento da pesquisa em genômica, mas também com forte cunho tecnológico, pode ser caracterizada como uma rede de inovação.

No entanto, embora apresentem estruturas diferentes, essas redes genômicas têm como objetivo prioritário a realização do trabalho de seqüenciamento genético, o qual necessita de um pólo científico forte e com competências específicas, que envolve a interação entre diferentes atores, num caráter multidisciplinar.

Assim é que, os resultados produzidos pelas redes, até o momento, estão relacionados, principalmente, à evolução da trajetória institucional dos atores envolvidos, influenciada pelos processos de aprendizagem e desenvolvimento de novas competências específicas ao longo do tempo de execução dos projetos, caracterizando dessa forma, a dinâmica do trabalho em rede.

Constata-se a formação de recursos humanos nas áreas específicas dos projetos, com trabalhos de mestrado, doutorado e iniciação científica, publicação de artigos científicos e apresentação de trabalhos e *posters* em congresso e outros eventos. Também a criação de infraestrutura laboratorial para pesquisas em biologia molecular e biotecnologia vem fortalecendo a cooperação entre os grupos já envolvidos e estimulando novos grupos de pesquisa a integrarem as redes, que apresentam hoje uma nova dinâmica de trabalho. A incorporação de novos atores, com habilidades e competências distintas, vem se somar àquelas dos outros atores no desenvolvimento das atividades de pesquisa e na geração de resultados, até o momento bastante satisfatórios, para os setores de cacau e chocolate e de papel e celulose.

No caso dos trabalhos sobre Vassoura de Bruxa, destaca-se a formação de uma rede de pesquisadores em genômica e biologia molecular na Bahia, já com condições de desenvolver trabalhos e formar recursos humanos em genômica, biologia molecular e bioinformática. Essa rede veio, também, colaborar claramente com alguns desdobramentos importantes para o Estado da Bahia, tendo sido uma das incentivadoras para a criação de diversas estruturas de apoio à C,T&I, como a regulamentação da Fapesb, a criação da Secti e do IBB, estabelecendo uma

metodologia de trabalho integradora, e modificando as relações locais e interinstitucionais. Todas essas instituições estão fortemente engajadas em ampliar as políticas públicas para o desenvolvimento da biotecnologia no estado, criando um ambiente propício para promover interações entre os diferentes agentes dos processos inovativo e produtivo - as instituições públicas, governamentais e privadas, podendo gerar resultados com efeitos de longo prazo. Mas, o maior *input* trazido pelo PGVB reside no fato de que os conhecimentos resultantes da pesquisa científica poderão ser aplicados a técnicas adequadas de manejo da lavoura, o que futuramente poderá indicar soluções para o controle definitivo da doença no Estado da Bahia. Todo esse esforço vem modificando o comportamento do setor, que já articula ações no sentido de realmente promover uma re-estruturação da cacauicultura. Esses elementos, por si só, já indicam o sucesso do trabalho dessa rede científica.

No entanto, enfatiza-se que a sobrevivência da cacauicultura no país, notadamente no Estado da Bahia, como uma atividade organizada e competitiva, vai depender de um aprendizado coletivo e que envolve não somente mudanças na base técnico-econômica desta cadeia, mas também no reordenamento do seu ambiente político-institucional, promovendo a construção de um empresariado agrícola com um novo perfil, novos mecanismos de financiamento, novas formas de intervenção que sustentem a geração de inovações tecnológicas e concorram para reduzir os riscos de investimentos em tecnologias mais avançadas de processos e produtos. O apoio por parte do governo continua a ser fundamental e ações que contemplem políticas públicas de incentivos e mecanismos de financiamento adequados para os produtores devem ser perseguidas.

No caso da rede *Genolyptus*, observa-se como aspecto mais importante a interação entre os atores das universidades e institutos de pesquisa e das empresas privadas do setor, que também se reflete nos bons resultados obtidos até o momento: uma extensa rede experimental de campo com compartilhamento de material genético, constante troca de informações científicas entre os grupos de pesquisa e a geração de um banco de dados de seqüências de genes, que poderão indicar características interessantes para estudo futuro, promovendo um diferencial estratégico para as empresas do setor. Outro ponto bastante importante e decisivo na condução do PGL está na estrutura de governança, que ao contrário do PGVB, contempla um conjunto de documentos formais com normas e regras bem definidas entre todos os atores, garantindo assim a segurança para o desenvolvimento da rede.

A participação das empresas do setor tem uma importância estratégica na cadeia inovativa, pois a rede experimental de campo gera o material para o desenvolvimento dos trabalhos de pesquisa que são executados pelas universidades e institutos de pesquisa nos seus laboratórios de tecnologia e patologia florestal, genômica e bioinformática. Essas empresas têm uma perspectiva muito clara de utilização dos resultados da pesquisa em seus programas de melhoramento, reforçado pelo fato da cultura ser uma das poucas protegidas pela Lei de Proteção a Cultivares no Brasil. Esses resultados devem permitir um desenvolvimento tecnológico e geração de inovações na cultura, direcionadas para aumentar as vantagens competitivas do Brasil, notadamente no setor florestal e de celulose, que devem repercutir satisfatoriamente no segmento voltado à produção de papel, mantendo a posição de destaque do país nesse mercado.

Percebe-se, com as discussões aqui realizadas, que a cooperação na forma de redes é hoje um arranjo que vem se mostrando interessante para o desenvolvimento da pesquisa em genômica, dadas suas características de divisão de riscos (financeiros, científicos e tecnológicos) e complementaridade de conhecimento e ativos, entre outros.

Os efeitos positivos das redes de pesquisa acabam por impactar o sistema de inovação como um todo, pois promovem a interação entre os setores produtivo, científico e também o Governo, contribuindo para estimular a competitividade do país nos diferentes segmentos industriais. Dessa forma, as redes de pesquisa genômica devem fomentar a interação e as capacidades produtivas e de inovação, permitindo ganhos econômicos e sociais. Para que isso ocorra, políticas públicas com programas e projetos voltados à integração indústria – universidade/instituto de pesquisa e governo em áreas de fronteira como a genômica, proteômica, bioinformática, genoma funcional e transformação gênica devem ser implementadas de forma contínua. Essas ações devem compreender não somente a pesquisa básica, que permite ampliar e consolidar a base do conhecimento, pela capacitação e formação de recursos humanos qualificados em disciplinas especializadas da biologia molecular e biotecnologia ainda carentes no país, como também a pesquisa aplicada de cunho tecnológico para a geração de produtos e processos biotecnológicos, além de estimular parcerias com grupos de pesquisa internacionais.

O arranjo em redes também deve contribuir para a desconcentração regional das pesquisas e das competências nessas áreas, para a melhoria e principalmente manutenção de infra-estrutura dos laboratórios das universidades e institutos de pesquisa.

Políticas de financiamento, capital de risco e outros mecanismos de apoio a investimentos privados, além da regulamentação das leis de inovação e de proteção patentária e de propriedade intelectual devem ser, também, fortalecidas, criando assim um sistema dinâmico, voltado ao desenvolvimento de diferentes setores agro-industriais.

Entretanto, acredita-se que toda a capacitação alcançada até o momento pelo país em relação aos trabalhos de seqüenciamento genético estará em perigo se uma nova agenda, com objetivos desafiadores e que oriente grande parte dos trabalhos via formação de redes de pesquisa, não for, no curto prazo, colocada em prática. Vários cientistas já vêm apontando para esse risco, dado que o país está ficando para trás nos desbobramentos que já vêm ocorrendo a partir dos conhecimentos obtidos nos projetos com genoma – notadamente quando se fala em proteômica, metabolômica, genoma funcional, entre outros.

De toda forma, essa dissertação permitiu identificar um referencial importante para o estudo de arranjos cooperativos congregando as contribuições das pesquisas sobre redes e sobre cadeias produtivas e inovativas, aplicando-o ao estudo das redes genômicas da Vassoura de Bruxa e do *Genolyptus*.

A contribuição deste estudo reside na proposição de que a articulação e o desenvolvimento de redes de pesquisa são fortemente influenciados pelas características das cadeias produtivas e inovativas dos setores envolvidos. Considerar essa dinâmica nos estudos de redes é essencial para o entendimento do seu desenho e do engajamento dos atores, assim como para subsidiar ações e políticas que visem sua multiplicação e seu fortalecimento no país.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcoforado, F. A. G. 2003. *Os condicionantes do desenvolvimento econômico do Estado da Bahia e de suas regiões de 1990 a 2000*. Tese de Doutorado em Planificación Territorial y Desarrollo Regional. (Disponível em: www.tdx.cesca.es)
- Andrade, A. 2001. *Avaliação de parâmetros que influenciam a transformação genética do Eucalyptus grandis via Agrobacterium*. Dissertação de mestrado. 2001. ESALQ/USP – Genética e Melhoramento de Plantas. 82p.
- Andrade, J. C. S. 2000. *Conflito, cooperação e convenções: A Dimensão Político-Institucional das Estratégias Sócio-Ambientais da Aracruz Celulose S.A. (1990-1999)*. Tese de Doutorado. UFBA/Escola de administração/Núcleo de Pós-Graduação em Administração. Salvador, BA.
- Andrade, J. C. S. e Dias, C. C. 2003. *Conflito e Cooperação: análise das estratégias sócio-ambientais da Aracruz Celulose S/A*. Editus: Editora da UESC
- Arrow, K. J. 1962. The economics implications of learning-by-doing. *Review of Economics Studies*. V. 29: 155-174.
- Assad, A. L. D.; Aucélio, J. G. 2004. *Biotecnologia no Brasil – Recentes Esforços*. Em: *Biotecnologia e Recursos Genéticos – Desafios e Oportunidades para o Brasil*. Silveira, J. M. F. J.; Dal Poz, M. E. e Assad, A. L. D. (Org.). FINEP, Capítulo 2.
- Associação das Indústrias Processadoras de Cacau (AIPC). 2004. Trabalho do Grupo Temático 6. *Câmara Setorial da Cadeia Produtiva do Agronegócio do Cacau e Sistemas Florestais Renováveis*. Bahia.
- Baeta, A. M. C.; Judice, V. M. M.; Silva, S. M. 2005. *Papel Coesivo do Conceito de Comunidades de Prática em Campos Organizacionais Emergentes: Aplicações em Biotecnologia e Pesquisa Genômica no Brasil*. Artigo apresentado no XI Seminário Ibero Americano de gestão Tecnológica ALTEC. Salvador, BA, 25 a 28 de outubro de 2005.
- Biopop. 2005. Proteoma – O novo desafio da biologia moderna. *Revista de Biotecnologia: educação científica, difusão e popularização*. Edição 1, outubro de 2005. p: 16-19.
- Brito Cruz, C. H. 2000. A Universidade, a Empresa e a Pesquisa que o País precisa. *Parcerias Estratégicas*, nº 8, maio de 2000.

- Callon, M. 1992. The dynamics of techno-economic networks. In: Coombs, R.; Saviotti, P. e Walsh, V. (eds). *Technological change and company strategies*. London: Academic Press, p.72-102.
- Callon, M.; Laredo, P.; Rabeharisoa, V. 1992. The management and evaluation of technological programs and the dynamics of techno-economic networks: the case of the AFME. *Research Policy* 21:215-236.
- Callon, M. 1994. Is Science a Public Good? *Science, Technology, & Human Values*. Volume 19, Issue 4: 395-424.
- Callon, M. et al. 1995. *La gestion stratégique de la recherche et de la technologie – l'évaluation des programmes*. Paris: Economica
- Castro, A. W. V. 2005. *Análise comparativa dos modelos de geração, difusão e transferência de tecnologia dos institutos públicos de pesquisa e institutos de pesquisa mistos, no agronegócio florestal da região sul*. UFRGS/Escola de Administração. Tese de Doutorado.
- Chesnais, F. 1988. Multinational Enterprises and the International Diffusion of Technology. Dosi, G. et al. (orgs). *Technical Change and Economy Theory*. London: Publishers In: Dosi, Technological Changes and Economic Theory. London Printer.
- CNPq – *Relatório de Atividades 2004*. Biotecnologia e Recursos Genéticos – Genoma: Biotecnologia, Estudos Genômicos e Bioinformática. p. 90 – 102. Disponível em: http://www.cnpq.br/sobrecnpq/informacoesinstitucionais/relatorio_cnpq_2004.pdf
- Consortium, B. N. G. P. 2003. "The complete genome sequence of *Chromobacterium violaceum* reveals remarkable and exploitable bacterial adaptability." *Proc Natl Acad Sci U S A* 100(20): 11660-5.
- Corazza, R.I. 1996. *A questão ambiental e a direção do progresso de inovação tecnológica na indústria de papel e celulose*. Dissertação de Mestrado. Unicamp/Instituto de geociências/Departamento de Política Científica e Tecnológica
- Couto, V. A. 2000. O território do cacau no contexto da mundialização. *Bahia Análise & Dados*, v.9 no. 4 p.38-52.

- Dagnino, R. P. e colaboradores. 2002. *Gestão estratégica da inovação: metodologias para análise e implementação*. Taubaté, SP. Editora Cabral Universitária.
- Dal Poz, M. E. S. 2000. *Da dupla à tripla hélice: o projeto genoma Xylella*. Dissertação de Mestrado. Departamento de Política Científica e Tecnológica. Instituto de Geociências. Campinas, UNICAMP.
- Dal Poz, M. E.; Fonseca, M. G. D.; Silveira, J. M. F. J. 2004. *Políticas governamentais de apoio à pesquisa genômica*. Em: *Biotecnologia e Recursos Genéticos: Desafios e Oportunidades para o Brasil*. Silveira, J. M. F. J.; Dal Poz, M. E. e Assad, A. L. D. (Org.). FINEP, Cap. 8.
- Dias, C. C. 2000. *Complexos agroindustriais, conflito, cooperação e aprendizado: o caso do Instituto Biofábrica de Cacau*. Dissertação de Mestrado. Núcleo de Pós-Graduação em Administração da Escola de Administração da Universidade Federal da Bahia. Salvador.
- Doce Revista. 7º. 2005. Anuário Brasileiro do Setor de Chocolates, Candies e Biscoitos. Ano XIX, no. 136. *Doce Revista*, Novembro. 32p.
- Dosi, G. 1982. Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of determinants and directions of technical change. *Research Policy*, Amsterdam, v. 11., n. 3, p. 147-162.
- Dosi, G. 1984. *Technical Change and Industrial Transformation: the theory and an application to the semiconductor industry*. Londres: MacMillan.
- Dosi, G. 1988. The nature of the innovative process. In: Dosi, G. et al. *Technical Change and Economical Theory*. London Printer.
- Dosi, G. 1988. Sources, Procedures and Microeconomic Effects of Innovation. *Journal of Economic Literature*, Nashville, v. XXVI, p.1120-1171.
- Dosi, G.; Orsenigo, L. 1988. Coordination and transformation: an overview of structures, behaviours and changes in evolutionary environments. In: Dosi, G. et al. *Technical Change and Economical Theory*. London Printer.
- Dosi, G.; Teece, D. J.; Winter, S. 1992. Toward a theory of corporate coherence: preliminary remarks. In: Dosi, G. et al. (eds). *Technology and Enterprise in a Historical Perspective*. Clarendon Press, Oxford.

- Dosi, G.; Nelson, R. 1994. An introduction to evolutionary theories in economics. *Journal of Evolutionary Economics*, v. 4 n. 3, p. 153-172, 1994.
- Dosi, G.; Malerba, F. 1996. Organizational learning and institutional embeddedness. In: Malerba, F.; Orsenigo, L. Technological Regimes and Firm Behavior. In: Dosi, G.; Malerba, F. (Eds.). *Organization and Strategy in the Evolution of the Enterprise*. Londres: MacMillan. p. 42-71.
- FAE Business School – Centro Universitário. 2001. Análise Setorial: O Mercado de Celulose e Papel. *Revista FAE Business* – Curitiba, Paraná, v.1, p. 44-45, Dezembro.
- Fapesp – O salto do camarão. 2003. *Revista Fapesp*, Tecnologia. Edição 92, outubro.
- Fapesp – *Relatório de Atividades 2004 – Programas de Inovação Tecnológica: Genoma*. p. 65-69. Disponível em: <http://www.fapesp.br/publicacoes/relat2004.pdf>
- Faria, C. R. S.M. 2001. Patentes Biológicas. Em: Estudos, 20. Senado Federal, Políticas Sociais. Disponível em: <http://www.senado.gov.br/conleg/artigos/politicasocial/Patentesbiologicas.pdf>
- Fonseca, M. G.(coord.) *et al.* 1999. *O Desenvolvimento da Biotecnologia no Brasil: trajetórias tecnológicas e organização institucional: estudos selecionados em agricultura e agronegócios*. IE/UFRJ-FINEP/SBIO/PADCT. Vigência do projeto: 01/1995 a 01/1998.
- Fonseca, M. G.; Zeidan, R. 2003. Estudo da competitividade de cadeias integradas no Brasil: impactos das zonas de livre comércio. Cadeia: papel e celulose. *Nota Técnica Final*. Campinas, Fevereiro de 2003. In: Coutinho, L. G.; Laplane, M. F.; Tavares-Filho, N.; Kupfer, D.; Farina, E.; Sabbatini, R. (coords). UNICAMP/IE - Núcleo de Economia Industrial e da Tecnologia; UFRJ/IE e USP/FEA. Ministério do Desenvolvimento, da Indústria e do Comércio Exterior (MDIC), MCT/FINEP.
- Freeman, C. 1974. *La Teoría Económica de la Innovación Industrial*. Alianza Editorial, Madrid, 1975
- Freeman, C. 1987. *Technology policy and economic performance: lessons from Japan*. London: Pinter Publishers
- Fuck, M. P. 2005. *Funções públicas e arranjos institucionais: o papel da Embrapa na organização da pesquisa de soja e milho híbrido no Brasil*. Dissertação de Mestrado. Unicamp/Instituto de Geociências/Departamento de Política Científica e Tecnológica. 121p.

- Garcia, A. E. B. 2003. O Brasil e as exportações mundiais de derivados de cacau. *Informações Econômicas*, São Paulo, v. 33, n.7, p.47-61.
- Gibbons, M. et al. 1994. *The new production of knowledge: the dynamics of science and research in contemporary societies*. SAGE Publications Ltd., London. 179p.
- Hartmann, T. *Informativo Anual 2005 - Notícias do Cacau*. Em: www.noticiasdocacau.com.br, acesso em 10/01/2006
- Hasegawa, M. 2001. *A criação, circulação e transformação do conhecimento em redes de inovação: o programa de melhoramento genético da cana-de-açúcar do IAC*. Dissertação de Mestrado. Unicamp/IG/DPCT. 105p.
- IPEF. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. 2002. *Ciência e tecnologia no setor florestal brasileiro: diagnóstico, prioridades e modelo de financiamento*. MCT. Piracicaba, SP. http://www.ipef.br/mct/MCT_02.htm, Consulta em: 14/02/2006
- Jank, M.S.; Farina, E. M. Q.; Galan, V. B. 1999. *O agribusiness do leite no Brasil*. USP/FIA/PENSA e IPEA. Editora Milkbuzz. 108p.
- Juvenal, T. L., Mattos, R. L. G. 2002. O setor de celulose e papel. *BNDES 50 Anos - Histórias Setoriais*.
- Kline, S.J. & Rosenberg, N. 1986. An Overview of Innovation. In: *The Positive Sum Strategy*, eds. Landau, R. & Rosenberg, N., pp. 275-305. Washington: National Academy Press
- Kupfer, D. 1994. Competitividade da indústria brasileira: visão de conjunto e tendências de alguns setores. *Revista Paranaense de Desenvolvimento* - Iparde, maio-agosto de 1994, p. 45-78.
- Kupfer, D. 1998. *Trajetórias de reestruturação da indústria brasileira após a abertura e a estabilização*. Tese de Doutorado. UFRJ/Instituto de Economia.
- Leydesdorff, L. e Etzkowitz, H. 1998. *The future location of research: a triple helix of university-industry-government relations, II, 1997* (Theme paper, Conference New York city, 7-10 january, 1998)
- Longo, W. P. e Oliveira, A. R. P. 2000. *Desenvolvimento Institucional Pesquisa Cooperativa e Centros de Excelência*. Revista Parcerias Estratégicas, no. 9, outubro de 2000.

- Lopes, C. R. A. 1998. *Análise da indústria de papel e celulose no Brasil*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 130p.
- Lundvall, B. A. 1992. *National System of Innovation: towards a theory of innovation and interactive learning*. Pinter Publishers, Londres.
- MDIC. Sem data. Ministério da Indústria, Comércio e Turismo – Secretaria de Política Industrial. *Ações Setoriais para o aumento da competitividade da indústria brasileira: XII Papel e Celulose*. Disponível em: www.mict.gov.br/spi/asac/asac512.htm, consulta em 14/02/2006
- Mello, D. 2000. *Análise de processos de reorganização de institutos públicos de pesquisa do Estado de São Paulo*. Tese de doutorado. Departamento de Política Científica e Tecnológica. DPCT/Unicamp, Campinas, 291 p.
- Ministério da Ciência e Tecnologia. Relatório 2001. Disponível em: www.mct.gov.br, consulta em 17/05/2006
- Molina, J. L.; Muñoz, J.; Losego, P. 2000. *Red y Realidad: aproximación al análisis de las redes científicas*. VII Congreso Nacional de Psicología Social. Oviedo, Setembro de 2000. 20p.
- Nagai, S. 1997. *Dinâmica concorrencial da cadeia de produção agroindustrial do chocolate cobertura: panorama atual e perspectivas futuras*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de São Carlos/Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia/Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. 167p.
- Nascimento, A. L. T. O. et al. 2004. Comparative genomics of two *Leptospira interrogans* serovars reveals novel insights into physiology and pathogenesis. *Journal of Bacteriology*. 186(7): 2164-2172.
- Nelson, R. e Winter, S. 1982. *An Evolutionary theory of economic change*, Harvard University Press, London, England. 1982.
- Nohria, N. 1992. 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*. Harvard: Harvard Business School Press.
- OCDE - Organisation de Coopération et de Développement Économiques. 1992. *La Technologie et l'Économie – les relations déterminantes*. OCDE, Paris, 364 pp.

- OECD, 2002 – *Technology and the economy – The key relationships*, OCDE, Paris.
- OSLO Manual, 1995. Disponível em: <http://www.oecd.org/dataoecd/35/61/2367580.pdf>, consulta em março de 2006
- Parente, V. M. (coord.) Oliveira, A. R., Costa, A. M. 2003. *Projeto Potencialidades regionais – Cacao. Estudo de Viabilidade Econômica*. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Superintendência da Zona Franca de Manaus SUFRAMA.
- PINTEC 2004. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Diretoria de Pesquisas Coordenação de Indústria. Série Relatórios Metodológicos. Volume 30. *Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica*. Rio de Janeiro. Em: www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/industria/pintec/2004
- Possas, M. L. 1985. *Estruturas de mercado em oligopólio*, Hucitec, São Paulo, 1985.
- Prahalad, C. K.; Hamel, G. 1990. The core competence of the corporation. *Harvard Business Review*, 64(3): 78-86.
- Rodriguez, L. C. E. (coord.) et al. Junho de 2002. *Ciência e Tecnologia no Setor Florestal Brasileiro: Diagnóstico, Prioridades e Modelo de Financiamento*. Relatório Final. Ministério da Ciência e Tecnologia/Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. Piracicaba, SP.
- Rosenberg, N. 1982. *Inside the Black Box – technology and economics*. Cambridge University Press.
- Salles-Filho, S. L. M.; Bonacelli, M. B. M.; Melo, D. L. 1999. Reorganização Institucional como um Processo de Modernização das Relações entre os Agentes da Inovação. Em: Gomes M. M. & Costa, F. (ed.). *(Des)Equilíbrio Econômico & Agronegócio*. Viçosa, MG/Brasil: UFV.
- Salles-Filho, S. (org.) et al. 2000. *Ciência, Tecnologia e Inovação: a reorganização da pesquisa pública no Brasil*. Editora Komedi, 416p.
- Salles-Filho, S. L. (coord.) et al. 2001. *Estudos em Biotecnologia: instrumentos de apoio à definição de políticas em biotecnologia*. MCT/FINEP.
- Salles-Filho, S. L. 2004. Direitos de propriedade e pesquisa pública. *Jornal da Unicamp*. Edição 259, 19/07/a 01/08/2004.

- Salles-Filho, S. L. M.; Bonacelli, M. B. M.; Mello, D. L.; Zackiewicz, M. 2004. *Instrumentos de apoio à definição de políticas em biotecnologia*. Em: Biotecnologia e Recursos Genéticos – Desafios e Oportunidades para o Brasil. Silveira, J. M. F. J.; Dal Poz, M. E. e Assad, A. L. D. (Org.). FINEP, Capítulo 12.
- Santos, G. V. 1999. *Novas tecnologias e formas e gestão da produção e do trabalho na indústria capixaba de celulose de mercado*. Dissertação de Mestrado. Departamento de Política Científica e Tecnológica. Instituto de Geociências. Campinas, UNICAMP.
- Santos, G. V. 2005. *Globalização, estratégias gerenciais e trabalhadores: um estudo comparativo da indústria brasileira de celulose*. Tese de Doutorado. Unicamp/Instituto de Filosofia e Ciências humanas/departamento de Ciência Política. 439p.
- Saviotti, P. e Metcalfe, J. 1991. "Present development and trends in evolutionary economics". In: Saviotti, P. e Metcalfe, J. (eds.), *Evolutionary theories of economic and technological change – Present status and future prospects*, Harwood Academic Publishers, Chur, Suíça, 1991.
- Schumpeter, J.A. 1984. *Capitalismo, socialismo e democracia*. Rio de Janeiro: Zahar Editores S.A., 1984. (Texto original de 1942).
- Silveira, J. M. (coord.) et al. 2001. *Avaliação das Potencialidades e dos Obstáculos à Comercialização dos Produtos de Biotecnologias no Brasil*. MCT –Programa de Biotecnologia e Recursos Genéticos. UNICAMP – Instituto de Economia.
- Silveira, J. M. da; Dal Poz, E. M.; Borges, I.; Melo, M. 2003. *Relatório Setorial Preliminar – Biotecnologia*. Finep/DPP. Disponível em www.finep.gov.br/PortalDPP/relatorio_setorial, consulta em março de 2006.
- Simpson, A. J., F. C. Reinach, et al 2000. "The genome sequence of the plant pathogen *Xylella fastidiosa*. The *Xylella fastidiosa* Consortium of the Organization for Nucleotide Sequencing and Analysis." *Nature* 406(6792): 151-7.
- Sirilli, G. 1988. *Conceptualizing and measuring technological innovation*, in II Conference on Technology Policy and Innovation, August 3-5, Lisboa, 19.1.1-19.1.7.
- Stokes, D. 2005. *O Quadrante de Pasteur: a ciência básica e a inovação tecnológica*. Editora Unicamp. 246p.

- Tacla, C. e Figueiredo, P. 2002. *Aprendizagem e competências tecnológicas na indústria de bens de capital: o caso da Kvaerner Pulping do Brasil*. In: Anais do XXII Simpósio da Gestão da Inovação Tecnológica (PGT/USP), 06-08 Novembro, Salvador, BA.
- Teece, D. 1986 Profiting from technological innovation: implications for integration, collaboration, licensing and public policy. *Research Policy*, v.15, n. 6, pp. 285-305
- Teece, D., Pisano, G., Shuen, A. 1997. Dynamic Capabilities and Strategic Management, *Strategic Management Journal*, 18:7, 509-533.
- Teece, D. J.; Pisano, G. 1998. The dynamic capabilities of firms: an introduction. IN: Dosi, G. et alii, *Technology, organization, and competitiveness: perspectives on industrial and corporate change*. Oxford: Oxford University Press, 1998.
- Valença, A. C. V., Mattos, R. L. G. 2004. *O Setor de Celulose e Papel no Brasil*. BNDES.
- Valle, M. G.; Salles-Filho, S. L. M. 2001. *Redes de inovação tecnológica: aportes da economia evolucionista e da nova economia institucional*. In: Congresso Internacional de Economia e Gestão dos Negócios Agroalimentares. 3., 2001, Ribeirão Preto, SP.
- Valle, M. G. 2002. *Cadeias inovativas, redes de inovação e a dinâmica tecnológica da citricultura no estado de São Paulo*. Dissertação de mestrado Unicamp/Instituto de Geociências/Departamento de Política Científica e Tecnológica. Campinas, SP. 149p.
- Valle, M. G.; Bonacelli, M. B. M.; Salles Filho, S. L. M. 2002. *Aportes da Economia Evolucionista e da Nova Economia Institucional na Constituição de Arranjos Institucionais de Pesquisa*. XXII Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica. Salvador, BA, 06 a 08/11/2002.
- Valle, M. G.; Bonacelli, M. B. M.; Salles-Filho, S. L. M. 2002. *Os Fundos Setoriais e a Política Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação*. XXII Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica, Salvador, Bahia, 06 a 08/11/2002. 17p.
- Valle, M. G.; Bonacelli, M. B. M. 2002. Arranjos institucionais de pesquisa e a citricultura paulista. *Anais do Congresso da Associação Brasileira de Instituições de Pesquisa – ABIPTI*. Curitiba, PR.

- Valle, M. G. 2005. *O sistema nacional de inovação em biotecnologia no Brasil: possíveis cenários*. Tese de Doutorado. Unicamp/Instituto de Geociências/Departamento de Política Científica e Tecnológica. Campinas, SP. 264p.
- Verjoski-Almeida, S., R. DeMarco, et al 2003. "Transcriptome analysis of the acoelomate human parasite *Schistosoma mansoni*." *Nat Genet* 35(2): 148-57
- Vieira, R. C. M. T., Teixeira, A. R., Oliveira, A. J., Lopes, M. R. 2001. *Cadeias Produtivas no Brasil – Análise da Competitividade. Estudo da Cadeia Agroindustrial do Cacau*. Cap. 5. EMBRAPA, Brasília.
- Williamson, O. 1987. *Las instituciones económicas del capitalismo*. Fondo de Cultura Económica, México.
- Zylberzstein, D. 1995. *Estruturas de governança e coordenação do agribusiness: uma aplicação da nova economia das instituições*. Livre Docência. USP/Faculdade de Economia e administração. São Paulo, SP.
- Zylberzstejn, D. 2004. *Economia das Organizações*. 1ª. Teleconferência, Projeto E - Fundação Vanzolini. Em: www.projeto.org.br/vteams/teles/tele_01/leitura_01.html

ANEXO I

SÍNTESE COMPARATIVA DAS CULTURAS DE CACAU E EUCALIPTO, DA DINÂMICA TÉCNICO-CONCORRENCIAL DOS MERCADOS E DA ORGANIZAÇÃO DA PESQUISA EM CACAU E CHOCOLATE E EM PAPEL E CELULOSE

Quadro 1.2. Características gerais das culturas de cacau e eucalipto

	Cacau	Eucalipto
Cultura	Perene (5 - 7 anos)	Perene (5 - 7 anos)
Origem	Cabeceiras do Rio Amazonas (região equatorial)	Oceânia (Austrália e Tasmânia)
Localização	Sul da Bahia (84%), RO, PA, AM, ES e MA (16%)	16 estados (SP, BA, ES, MG com 80%)
Área plantada	550.000 ha (Bahia)	1.200.000 ha
Perfil da produção	Médias e pequenas propriedades; baixa produtividade; postura conservadora do produtor, com baixo nível de investimentos em inovações tecnológicas	Grandes propriedades; busca de maior produtividade; introdução de melhorias tecnológicas contínuas (melhoramento genético, clonagem, manejo, entre várias outras)
Outros elementos	Crises cíclicas (queda dos preços no mercado internacional), baixo volume de investimento, incentivos fiscais, problemas fitossanitários	Importante volume de financiamento e incentivos fiscais para instalação de fábricas de celulose e florestas plantadas

Quadro 1.3. Características dos mercados de cacau e chocolate e de papel e celulose

	Cacau e chocolate	Papel e celulose
Produto	<i>Commodity</i> (bolsas de Londres e NY)	<i>Commodity</i> (bolsa de NY)
Setor	Indústrias processadora e chocolateira intensivas em capital, economias de escala, cadeia produtiva não verticalizada	Indústrias de celulose e papel intensivas em capital, economias de escala, fortes barreiras à entrada, cadeia produtiva verticalizada
Produção	Baixo custo de produção industrial; bom padrão de produção tecnológico	Menor custo mundial de produção de celulose fibra curta; alto padrão de produção tecnológico
Mercado	Alto índice de concentração de mercado: 5 empresas processadoras de amêndoas detêm 96% produção; 3 chocolateiras detêm 90% produção	Alto índice de concentração de mercado de celulose: 5 empresas controlam 93% produção (contra 5% no de papel)
Posição da indústria nacional no mercado mundial	5a. posição de cacau em amêndoas; 4a. posição no processamento de amêndoas; 5a. posição na produção de chocolates e derivados	1a. posição na produção de celulose de fibra curta; 7a. em celulose de todos os tipos e 11o. em papel
Produção em 2005	Amêndoas de cacau: 143,9 mil t.; Derivados de cacau (produtos processados): 216 mil t.; Chocolateira: 435 mil t.	105 milhões t. de celulose (8 milhões t. CFC); 8,6 milhões t. de papel
Estratégias de concorrência	Fusões, aquisições e incorporações; diferenciação de produtos	Fusões e aquisições; diferenciação e melhoria de qualidade de produtos; reflorestamento; certificação
Principais vantagens competitivas	Indústria chocolateira: domínio dos canais de distribuição, marca e propaganda, atendimento ao cliente. Indústria processadora: controle de aquisição de amêndoas de cacau, canais de distribuição próprios	Celulose de fibra curta; domínio tecnológico na área florestal

Quadro 1.4. Dinâmica da pesquisa em cacau e eucalipto

Cacau	Eucalipto
Pesquisas voltadas ao melhoramento do valor nutricional de chocolates e derivados	P&D in-house para melhoramento genético e produção de mudas; parceria com universidades e institutos de pesquisa florestal; tecnologias para redução de impactos ambientais
Poucas instituições voltadas à pesquisa com cacau (monopólio da Ceplac até a década de 1990)	Diversas instituições no país voltadas à pesquisa florestal e melhoramento genético
Poucas parcerias para pesquisa	P&D in house, mas indústrias mantêm parcerias com vários centros de pesquisa, universidades e laboratórios especializados em pesquisa florestal no país
Entrada da doença vassoura de bruxa, aumento no programas de combate: Plano de Recuperação da Lavoura Cacaueira; Instalação do Instituto Biofábrica do Cacau (para produção de clones de cacueiro resistentes à doença); Projeto Genoma da Vassoura de Bruxa em 2000 (pesquisa científica para controle da doença)	Projeto <i>Genolyptus</i> em 2002 (aumento da competitividade do setor); Projeto Forests/Fapesp; pesquisa em melhoramento genético, controle de doenças e tecnologia da madeira nas universidades e institutos de pesquisa florestal; estudos de avaliação do setor (IPEF e MDIC)

ANEXO II

QUADROS DOS DADOS COLETADOS DO PROJETO GENOLYPTUS (PGL)

Quadro 3.3. Perfil das empresas privadas participantes do PGL

	Aracruz	Celmar	Cenibra	International Paper	Jari
Capital	72%N; 28% E	100% N (CVRD)	100% E	100% E	100% N
Ano de fundação	1972	1992	1973	1960	1978
Localização	Barra do Riacho (ES) e Guaíba (RS)	Imperatriz. (MA)	Belo Oriente (MG)	Amapá, Mato Grosso do Sul, Paraná, São Paulo	Monte Dourado (PA)
Produtos	Celulose de mercado e produtos de madeira	Carvão e celulose	Celulose de mercado	Papéis revestidos e não revestidos/ supercalandrados e reciclados	Celulose de mercado
Produção anual	2,6 milhões t	ND	960 mil t	ND	360 mil t
No. Empregados	2011	ND	1869	3500	728
Área florestal	261 mil ha, sendo 139 mil ha de reserva nativa	30 mil ha florestas plantadas de eucalipto	231.318 ha (121.936 ha eucalipto; 89.170 ha preservados e 20.212 ha para plantio)	500 mil ha	1,7 milhões ha, sendo 52 mil ha com eucaliptos
Certificações	ISO 9001, 9002, 14001	ND	ISO 9001, 14001; FSC e Cerflor	ISO 14001(florestas) e Cerflor (fáb. PR)	ISO 9001, 14001; FSC
Mercado de atuação	34% EUA; 41% Europa; 22% Ásia e 3% América do Sul	ND	35,4% Europa; 51,6% Ásia; 5% EUA; 3% AL; 5% MI	ND	63% Europa; 19% Ásia; 10% EUA e 10% MI
Posição na cadeia produtiva	Fornecedor	Fornecedor	Fornecedor	Fornecedor e consumidor	Fornecedor
Fusões e Aquisições	Veracel (2000) e Riocell (2003)	ND	ND	Controle acionário: Amcel - Amapá Florestal e Celulose S/A (1996) e Inpacel - Indústria de Papel Arapoti Ltda (1998); Champion Papel e Celulose Ltda (2000)	ND

Fonte: Informações dos questionários e sites das empresas (em 08/04/2006)

Obs: N: Nacional; E: Estrangeiro; ND = Não Disponível; AL: América Latina; MI: Mercado Interno

Quadro 3.3. Perfil das empresas privadas participantes do PGL (continuação)

	Klabin	Lwarcel	Rigesa	Suzano Bahia Sul
Capital	100% N	100% N	100% E	50% N e 50% E
Ano de fundação	1899	1986	1942	1924
Localização	Telêmaco Borba (PR): área florestal	Lençóis Paulista e Penápolis (SP)	Valinhos (SP; Três Barras (florestal) e Blumenau (SC)	Suzano e Rio Verde (SP) e Mucuri (BA)
Produtos	Toras de madeira (Pinus e eucalipto); papéis e cartões para embalagens, caixas de papelão ondulado e sacos industriais); papel reciclado	Celulose de mercado de eucalipto; celulose de sisal, abacá e outras fibras naturais)	Papel e embalagens de papelão ondulado e outros	Celulose de mercado; papéis para imprimir e escrever revestidos e não revestidos e papel cartão
Produção anual	1,37 milhões t	210 mil t (2006)	ND	1.160 mil t celulose e 825 mil t papel
No. Empregados	4466 (florestal)	ND	2000	ND
Área florestal	ND	26.000 ha, sendo 3000 ha plantados	52 mil ha, sendo 35 mil ha plantados e 17 mil ha floresta nativa	300.000 ha, sendo 114.000 ha de floresta nativa e 186.000 ha plantadas
Certificações	FSC	ND	ISO 9001, 9002	ISO 9002, 14001, 9022; BS7750; FSC
Mercado de atuação	ND	85% MI; 15% ME	ND	Celulose de mercado: 85% ME e 15% MI; Papel: 57% MI e 43% ME
Posição na cadeia produtiva	Fornecedor e Consumidor	Fornecedor	Fornecedor e Consumidor	Fornecedor e Consumidor
Fusões e Aquisições	Associada à Kimberly-Clark Argentina (déc. 1990)	ND	ND	Suzano adquiriu a Bahia Sul em 2001; 50% Ripasa em 2005

Fonte: Informações dos questionários e sites das empresas (em 08/04/2006)

Obs: N: Nacional; E: Estrangeiro; ND = Não Disponível; MI: Mercado Interno; ME: Mercado Externo

Quadro 3.3. Perfil das empresas privadas participantes do PGL (continuação)

	VCP	Veracel	V&M Florestal	Zanini Florestal
Capital	Capital aberto (2000)	Aracruz (N) e Stora Enzo (E)	100% E	ND
Ano de fundação	1958	1991	1969	1967
Localização	Luiz Antonio, Jacareí e Piracicaba (SP) e RS	Eunápolis (BA)	Minas Gerais	Curvelo (MG) e Teixeira de Freitas (BA)
Produtos	Celulose de mercado e papel	Celulose de mercado	Carvão vegetal; madeira; sementes melhoradas de eucalipto; mudas eucalipto	Mudas de eucalipto clonadas e por sementes
Produção anual	867 mil t celulose	900.000 t	ND	ND
No. Empregados	782	ND	ND	ND
Área florestal	243 mil ha, sendo 134mil plantados eucalipto e 109 mil ha floresta nativa	164,6 mil ha, sendo 78 mil ha plantados eucalipto, 79,1 mil ha área nativa em recuperação e 7,5% para infraestrutura	185 mil ha florestas, sendo 160 mil ha plantados de eucalipto	
Certificações	ISO 9001, 9002, 14001; FSC	FSC e Cerflor em andamento	ISO 14001; FSC e Cerflor	ISO 9001, 9002; FSC
Mercado de atuação	Celulose: 55% Europa; 27% Asia; 9% EUA e 9% MI	ND	ND	ND
Posição na cadeia produtiva	Fornecedor e consumidor	Fornecedor	Fornecedor e consumidor	ND
Fusões e Aquisições	Aquisição Celpav (1988); Grupo Papel Simão (1995); Ripasa (50%, 2004); Acionista da Aracruz com 28% (2001)	ND	ND	ND

Fonte: Informações dos questionários e sites das empresas (em 08/04/2006)

Obs: N: Nacional; E: Estrangeiro; ND = Não Disponível; MI: Mercado Interno

Quadro 3.4. Universidades, institutos de pesquisa e empresas privadas e suas atividades no PGL

Instituições	Localização	Unidade - Departamento	Laboratório participante	Atividades no projeto
Embrapa	Brasília, DF	Cenargen – Recursos Genéticos e Biotecnologia	Laboratório de Genética de Plantas	Coordenação geral do projeto e atividades relacionadas aos subprojetos 4, 5 e 6
Embrapa	Goiânia, GO	Centro Nacional de Pesquisas do Arroz e Feijão - CNPAF	Laboratório de Biotecnologia	Construção de mapas físicos e seqüenciamento de BACs e integração ao mapa genético; mapeamento de QTL (locos de características controladoras); mapeamento de populações usando marcadores microssatélites
Embrapa	Paraná	Centro Nacional de Pesquisa de Florestas	ND	Desenvolvimento de metodologias de análise estatística para construção de mapas genéticos de marcadores moleculares e QTLs; desenvolvimento de softwares; integração e disponibilização de bancos de dados de seqüências, mapeamento, QTLs, experimentos de campo
Unicamp	Campinas, SP	Instituto de Biologia - Departamento de Genética e Evolução	Laboratório de Genômica e Expressão	Análise de microarranjos de DNA: construção de biblioteca genômica, otimização de protocolos de hibridização e experimentos piloto. Bioinformática: desenvolvimento de softwares e sistemas, anotação de genes
UFV	Viçosa, MG	Departamento de Fitopatologia	Laboratório de Patologia Florestal (LPF)	Coordenação da base genética e identificação de genes de resistência a doenças em <i>Eucalyptus</i> ; Construção de mapas físicos no genoma do <i>Eucalyptus</i>
UFV	Viçosa, MG	Departamento de Engenharia Florestal	Laboratório de Celulose e Papel (LCP)	Internalização de tecnologias de alto desempenho: obtenção de espectros NIRS e otimização de equações para predição da qualidade da madeira; desenvolvimento de metodologias para análises químicas finas quantitativas de madeira
UFLA	Lavras, MG	Departamento de Ciências Exatas	ND	Estatística genética: planejamento e análise de experimentos de campo: definições da análise de QTL
UFG	Goiânia, GO	Instituto de Ciências Biológicas	Laboratório de Genética Vegetal	Desenvolvimento de metodologias de análise estatística para construção de mapas genéticos de marcadores moleculares e QTLs; desenvolvimento de softwares
UCB	Brasília, DF	Programa em Biotecnologia e Ciências Genômicas	Laboratório de Bioinformática	Bioinformática: desenvolvimento de sistemas computacionais para gerenciamento e análise dos dados do seqüenciamento

Quadro 3.4. Universidades, institutos de pesquisa e empresas privadas e suas atividades no PGL (continuação)

Instituições	Localização	Unidade - Departamento	Laboratório participante	Atividades no projeto
UESC	Ilhéus, BA	Departamento de Ciências Biológicas	Laboratório de Genética e Biologia Molecular e Bioinformática	Seqüenciamento e mapeamento genético; confecção de bibliotecas de cDNA e seqüenciamento; análises de microssatélites
UFRGS	Porto Alegre, RS	Centro de Biotecnologia	Laboratório de Biologia Molecular Vegetal	Construção de bibliotecas, seqüenciamento e armazenagem de clones de cDNA; análise de seqüências
Empresas privadas	Diversos estados brasileiros	Pesquisa Florestal	-	Rede experimental de campo*
Laboratório RAIZ	Portugal	Departamento de Genômica	Laboratório de Marcadores Moleculares	Construção de mapas genéticos e detecção de QTL (produção e análise de dados); detecção de fenótipos

Fonte: Informações dos questionários e sites das universidades e institutos de pesquisa (em 08/04/2006)

ND = Não Disponível; * A rede experimental de campo envolve atividades distribuídas entre as empresas, compreendendo: clonagem e produção de mudas, seleção de matrizes, instalação e manutenção da rede, avaliações periódicas de crescimento volumétrico, coletas periódicas de amostras para avaliação da madeira, etc.

Quadro 3.12. Linhas de pesquisa das instituições participantes do PGL, apoio financeiro e número de projetos em andamento – Junho de 2005

Universidades e Institutos de Pesquisa	Linhas de Pesquisa	Recursos/Participação				No. Projetos em andamento
		Governo	Empresas Privadas	Organismos internacionais	Outros	
Cenargen	Genômica e melhoramento de plantas	70%	30%			2
CNPAP	Biotecnologia no melhoramento genético do arroz/feijão e <i>Genolyptus</i>	70%	20%	10%		12
Unicamp	Genômica e bioinformática; expressão gênica de eucariotos; biotecnologia	90%	10%			12
UFV - LPF	Fitopatologia	45%	45%	10%		8
UFLA	Genômica e computação científica	100%				3
UCB	Desenvolvimento de softwares	30%	60%		10%*	3
UESC	Genômica; biologia molecular e bioinformática	90%	10%			14
UFRGS	Genômica	62,5%	12,5%	25%		6
Laboratório Raiz	Mapeamento genético; identificação de genes; avaliação diversidade genética	25%	75%			2

Fonte: Informações dos questionários; *: Recursos próprios - UCB

Quadro 3.13. Pessoal técnico-científico envolvido nas atividades gerais dos laboratórios das instituições participantes do PGL – 2004

Universidades e Institutos de Pesquisa	Pós-Doc	Doutorado	Mestrado	Iniciação Científica	Graduação	Especialização	Técnico	2o. Grau	Estagiários
Cenargen	0	4	4	3	0	0	0	0	0
CNPAP	0	3	1	5	1	0	0	0	0
Unicamp	2	10	6	8	4	0	2	0	3
UFV	2	3	4	8	0	2	1	6	0
UFLA	0	3	3	2	0	0	0	0	0
UCB	0	0	4	8	0	0	0	0	0
UESC	2	8	8	15	0	0	2	0	2
UFRGS	0	3	3	9	0	1	0	0	0
RAIZ	0	1	1	1	1	0	0	0	0

Fonte: Informações dos questionários

Quadro 3.14. PGL: Número e tipos de bolsas por instituição, de 2002 – 2005

Universidades e Institutos de Pesquisa	Pós-Doc	DR	MS	IC/ITI	DTI	PQ	Total
Cenargen	2	2	3	8	4	3	22
CNPAP	0	0	0	1	2	1	4
UFV - LCP	1	1	1	9	3	6	21
UFV - LPV	0	0	2	7	5	5	19
UFG	0	0	2	1	1	0	4
UCB	0	0	1	5	0	1	7
Unicamp	0	0	2	1	2	2	7
UESC	1	0	0	0	3	2	6
UFRGS	0	0	1	4	3	1	9
Total	4	3	12	36	23	21	99

Fonte: Informações dos questionários e relatórios do projeto

Obs: DR: Doutorado; MS: Mestrado; IC/ITI: Iniciação Científica/Iniciação Tecnológica Industrial; DTI: Desenvolvimento Tecnológico Industrial; PQ: Pesquisa

Quadro 3.15. PGL: Número de bolsas por agência financiadora, de 2002 – 2005

Universidades e Institutos de Pesquisa	CNPq	Capes	FAPs	Funarbe	Empresa privada	Total
Embrapa - Cenargen	15	1	0	4	2	22
Embrapa - CNPAF	3	0	0	1	0	4
UFV – LCP	13	0	1	7	0	21
UFV - LPF	13	1	0	5	0	19
UFG	3	1	0	0	0	4
UCB	5	0	0	1	1	7
Unicamp	3	2	0	2	0	7
UESC	3	0	1	2	0	6
UFRGS	8	0	0	1	0	9
Total	66	5	2	23	3	99

Fonte: Informações dos questionários e relatórios do projeto

Quadro 3.16. PGL: Produção científica, teses e dissertações, outros trabalhos, por instituição, 2002 – 2005

Universidades e Institutos de Pesquisa	Artigos publicados		Artigos aceitos	Teses - Dissertações		IC - ITI	Pesquisa*	Trabalhos em congressos		Outros**
	N	I	I	DR	MS			N	I	
Embrapa – Cenargen	3	5	0	2	3	8	9	22	2	17
Embrapa – CNPAF	0	1	0	0	0	1	3	2	0	0
UFV - LPF	0	0	2	0	2	7	10	2	0	0
UFV - LCP	0	0	0	1	2	9	9	1	0	0
UFLA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UCB	0	0	0	0	1	5	1	3	0	0
UNICAMP	0	0	0	0	2	1	4	5	0	2
UFG	0	0	0	0	2	1	1	4	0	2
UESC	0	0	0	0	0	0	6	1	0	0
UFRGS	0	0	1	0	1	4	4	8	2	0
Total	3	6	3	3	13	36	47	48	4	21

Fonte: Informações dos questionários e relatórios do projeto

* Inclui trabalhos de pós-doutoramento e bolsas CNPq/DTI e Funarbe

** Inclui palestras, artigos em jornais e revistas, entrevistas e desenvolvimento de softwares

ANEXO III

QUADROS DOS DADOS COLETADOS DO PROJETO GENOMA DA VASSOURA DE BRUXA (PGVB)

Quadro 3.5. Linhas de pesquisa das instituições participantes do PGVB, apoio financeiro e número de projetos em andamento – Junho de 2005

Universidades e Instituto de Pesquisa	Atividades	Recursos/Participação			No. de projetos em andamento
		Governo	Empresas Privadas	Organismos internacionais	
Unicamp	Genômica; Bioinformática; Regulação e expressão gênica; Biotecnologia	90%	10%		12
UESC	Genômica; Biologia Molecular e Bioinformática	90%	10%		14
UFBA/IB	Genômica e Biologia Molecular; Bioquímica de microrganismos	100%			8
UEFS	Biodiversidade e prospecção de compostos de interesse de microrganismos; Biologia molecular e genômica de microrganismos	100%			12
Ceplac	Estudo populacional de microrganismos; interação patógeno-hospedeiro; epidemiologia e histopatologia	48%		52%	7

Fonte: Informações dos questionários

Quadro 3.6. Pessoal técnico-científico envolvido nas atividades gerais dos laboratórios das instituições participantes do PGVB – 2004

Universidades e Institutos de Pesquisa	Pós-Doc	Doutorado	Mestrado	Iniciação Científica	Graduação	Técnico	2o. Grau	Estagiários
Unicamp	2	10	6	8	4	2	0	3
UESC	2	8	8	15	0	2	0	2
UFBA/IB	3	3	2	2	2	1	0	2
UEFS	1	5	2	25	0	5	0	0
Ceplac	1	2	1	2	2	1	1	5
Total	9	28	19	52	8	11	1	12

Fonte: Informações dos questionários e relatórios do projeto

Quadro 3.7. PGVB: Número e tipos de bolsas concedidas por instituição, setembro de 2002 – 2005

Universidades e IPPs	Pós-Doc	DR	MS	IC/ITI	PV	PQ	DTI	AT	Total
Unicamp	1	6	4	13	1	0	7	0	32
UESC	1	4	7	9	2	1	1	4	29
UFBA/IB	1	0	0	4	0	0	0	1	6
UFBA/FF	0	0	0	2	0	0	1	1	4
UEFS	1	0	2	3	0	2	0	2	10
Ceplac	1	1	0	1	0	1	0	2	6
UCSal	0	0	0	1	0	0	0	1	2
Total	5	11	13	33	3	4	9	11	89

Fonte: Informações dos questionários e relatórios do projeto

Obs: Doutorado; MS: Mestrado; IC/ITI: Iniciação Científica/Iniciação Tecnológica Industrial; DTI: Desenvolvimento Tecnológico Industrial; PV: Pesquisador Visitante; PQ: Pesquisa; AT: Apoio Técnico

Quadro 3.8. PGVB: Número de bolsas por agências e entidades financiadoras, setembro de 2000 - 2005

	CNPq	Capes	Fapesp	Fapesb	Outras*	Total
Pós-doc	1	0	1	3	0	5
Dr	0	7	2	2	0	11
MS	0	6	0	6	1	13
IC/ITI	20	0	3	8	2	33
DTI	9	0	0	0	0	9
PV	2	0	0	1	0	3
AP	2	0	0	1	1	4
AT	4	0	0	3	4	11
Total	38	13	6	24	8	89

Fonte: Informações dos questionários e relatórios do projeto

* Recursos do projeto (Fundecau); SAE/Unicamp e UESC

Quadro 3.9. PGVB: Produção científica, teses e dissertações, outros trabalhos, por instituição, setembro de 2000 – 2005

Universidades e IPPs	Artigos publicados		Artigos aceitos	Teses - Dissertações		IC	Monografias	PQ*	Patente	Trabalhos em congresso		Outros**
	N	I	I	DR	MS					N	I	
Unicamp	0	3	1	10	4	7	0	14	1	26	1	66
UESC	0	3	1	5	9	8	3	5	0	53	9	3
UFBA/IB	0	0	0	0	0	3	1	2	0	6	1	4
UFBA/FF	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
UEFS	0	0	0	0	0	3	2	2	0	12	1	0
UCSal	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Ceplac	2	2	3	1	1	0	3	3	0	17	3	8
Total	2	8	5	16	14	21	9	31	1	114	15	81

Fonte: Informações dos questionários e relatórios do projeto

*PQ: Pesquisa (inclui bolsas de pós-doutoramento, CNPq DTI, ITI e AT); ** Inclui 1 depósito de seqüências de genes em banco de dados, palestras, artigos em jornais e revistas, entrevistas, informes técnicos

Quadro 3.10. Outros auxílios recebidos para projetos relacionados ao PGVB, por agência financiada, instituição e valor em R\$, setembro de 2000 – 2005

Agência	Unicamp	UESC	UEFS	UFBA	Ceplac	TOTAL
CNPq	624,60	58,60	20,00	28,00	30,00	761,20
Fapesb	0,00	138,60	801,10	91,20	73,00	1.103,90
Finep	450,00	1.108,00	475,00			2.033,00
BNB	0,00	73,60				73,60
FAEP/Unicamp*	3,30	0,00				3,30
Empresa privada	40,00	30,00				70,00
Organismos internacionais	0,00	101,50			100,00	201,50
Recursos próprios	100,00	5,20			15,00	120,20
TOTAL	1.217,90	1.515,50	1.296,10	119,20	218,00	4.366,70

Fonte: Informações dos questionários e relatórios do projeto

* Fundo de Apoio ao Ensino e à Pesquisa

Quadro 3.11. Número de projetos relacionados ao PGVB, por agência financiadora e valor em R\$, setembro de 2000 – 2005

Agência	No. Projetos	Recursos (R\$)
CNPq	10	761,20
Fapesb	15	1.103,90
Finep	5	2.033,00
BNB	2	73,60
FAEP/Unicamp	1	3,30
Empresa privada	2	70,00
Recursos próprios	2	120,20
Internacionais	3	201,50
Total	40	4.366,70

Fonte: Informações dos questionários e relatórios do projeto

ANEXO IV

QUESTIONÁRIO ENVIADO AOS GRUPOS INTEGRANTES DA REDE PGVB (PROJETO GENOMA DA VASSOURA DE BRUXA)

QUESTIONÁRIO PARA UNIVERSIDADES E INSTITUTOS DE PESQUISA

Nome da instituição:

Laboratório/Departamento:

Localização:

Nome do entrevistado (e-mail), função/formação:

Data:

1) INFORMAÇÕES GERAIS SOBRE ATIVIDADES DE PESQUISA

1. Quais as atividades principais do laboratório nos últimos 3 anos e quais as fontes de financiamento mais importantes (em %)?

Atividades	Governo	Empresas privadas	Organismos internacionais	Outras (citar)
1.				
2.				
3.				

2. Dentre essas atividades qual o número de projetos em andamento?

Atividade	Número
1	
2	
3	

3. Número de pessoas ligadas ao laboratório e sua qualificação

	2004
Pós-Doutorado	
Doutorado	
Mestrado	
Iniciação Científica	
Graduação	
Especialização	
Técnicos	
2o. grau	
1o. grau	
Estagiários	

4. Qual o número de patentes depositadas pelo seu laboratório?

Patente	2004	2003	2002
Produtos			
Processos			
Equipamentos			
Software			
Outras			

2) PROJETO GENOMA DA VASSOURA DE BRUXA (PGVB)

1. Quais as atividades desenvolvidas para o PGVB em seu laboratório?

2. Em quanto o PGVB contribuiu para o aumento em material permanente e instalações do laboratório (em %)? (use a escala: 0 – 20%; 21 – 40%; 41 – 60%; 61 – 80%; 81 – 100%):

Material permanente _____ Instalações _____

3. Quantas bolsas foram concedidas ao laboratório via PGVB?

Nível	Número	Agência/Instituição	Vigência
Pós-Doutorado			
Doutorado			
Mestrado			
Recém-Doutor			
Pesquisador visitante			
Aperfeiçoamento			
Pesquisa			
Iniciação científica ou ITI			
DTI (indique o nível para cada bolsa indicada)			
Apoio Técnico			

4. Produção técnico-científica relacionada ao PGVB

a) Número de artigos completos publicados em periódicos: Nacionais () Internacionais ()

b) Número de artigos aceitos para publicação

Nacionais () Internacionais ()

c) Número de teses, dissertação e outros trabalhos relacionados ao PGVB

- Doutorado ()

- Mestrado ()

- Iniciação Científica ()

- Trabalhos de conclusão de curso ()

- Supervisão de Pós-doutoramento ()

- Aperfeiçoamento/Especialização ()

d) Número de Patentes: Produtos () Processos () Software () Outros () Quais:

e) Número de trabalhos apresentados em congressos e eventos relacionados ao PGVB:

Nacionais () Internacionais ()

f) Outros indicadores do projeto que julgue importantes. (Descreva)

5. Quais as linhas de pesquisa que o seu laboratório vem desenvolvendo após o PGVB?

6. Em que aspectos você considera que o projeto foi mais importante para o seu laboratório (use a escala: 1: nenhuma importância; 2: pouco importância; 3: importante e 4: muito importante):

Metodologia de seqüenciamento ()

Novas linhas de pesquisa ()

Informações científicas e tecnológicas ()

Artigos e outras publicações ()
 Geração de patentes ()
 Capacitação e formação de recursos humanos ()
 Infra-estrutura e material ()
 Financiamento de outras fontes para projetos e bolsas ()
 Outras (cite) ()

7. O laboratório teve outros projetos aprovados relacionados ao PGVB? Se sim, cite o número de projetos, agência financiadora e montante de recursos.

Agência financiadora	Número de projetos	Recursos

8. Com a participação no PGVB, houve investimentos da Universidade/Instituto na área de biologia molecular e genômica (infra-estrutura, material permanente e pessoal, novos cursos de graduação e pós-graduação, dentre outros)?

Sim () Cite

Não () Comente

9. Quais as principais dificuldades encontradas pelo seu laboratório durante a vigência do PGVB (infra-estrutura, treinamento, pessoal, relacionamento com os outros grupos, dentre outros)?

10. Participaria de outros projetos e programas em rede?

Sim (). Nesse caso, quais os principais benefícios e vantagens para a instituição com um arranjo em redes?

Não (). Comente.

11. Que sugestões daria para aperfeiçoar o funcionamento da rede, e também para a conformação de outras redes em genômica?

12. Como você avalia o papel do Governo Estadual e Federal na estruturação de redes de pesquisa genômica, em particular do PGVB?

13. Na sua opinião, porque as indústrias processadoras e chocolateiras não apoiaram o PGVB?

14. Outros comentários e observações que julgar importantes.

ANEXO V

QUESTIONÁRIO ENVIADO AOS GRUPOS INTEGRANTES DA REDE PGL (PROJETO *GENOLYPTUS*)

QUESTIONÁRIO PARA UNIVERSIDADES E INSTITUTOS DE PESQUISA

Nome da instituição:

Laboratório/Departamento:

Localização:

Nome do entrevistado (e-mail), função/formação:

Data:

1) INFORMAÇÕES GERAIS SOBRE ATIVIDADES DE PESQUISA

1. Quais as atividades principais do laboratório nos últimos 3 anos e quais as fontes de financiamento mais importantes (em %)?

Atividades	Governo	Empresas privadas	Organismos internacionais	Outras (citar)
1.				
2.				
3.				

2. Dentre essas atividades qual o número de projetos em andamento?

Atividade	Número
1	
2	
3	

3. Número de pessoas ligadas ao laboratório e sua qualificação

	2004
Pós-Doutorado	
Doutorado	
Mestrado	
Iniciação Científica	
Graduação	
Especialização	
Técnicos	
2o. grau	
1o. grau	
Estagiários	

4. Qual o número de patentes depositadas pelo seu laboratório?

Patente	2004	2003	2002
Produtos			
Processos			
Equipamentos			
Software			
Outras			

2) PROJETO GENOLYPTUS (PGL)

1. Em quais subprojetos participa e quais as atividades desenvolvidas pelo seu laboratório?

- 1.
- 2.
- 3.

2. Em quanto o PGL contribuiu (ou vem contribuindo para o aumento em material permanente e instalações do laboratório em %)? (use a escala: 0 – 20%; 21 – 40%; 41 – 60%; 61 – 80%; 81 – 100%):
Material permanente _____ Instalações _____

3. Quantas bolsas foram concedidas ao laboratório via PGL?

Nível	Número	Agência/Instituição	Vigência
Pós-Doutorado			
Doutorado			
Mestrado			
Recém-Doutor			
Pesquisador visitante			
Aperfeiçoamento			
Pesquisa			
Iniciação científica ou ITI			
DTI (indique o nível para cada bolsa indicada)			
Apoio Técnico			

4. Produção técnico-científica relacionada ao PGL

a) Número de artigos completos publicados em periódicos: Nacionais () Internacionais ()

b) Número de artigos aceitos para publicação: Nacionais () Internacionais ()

c) Teses, dissertação e outros trabalhos

- Doutorado ()
- Mestrado ()
- Iniciação Científica ()
- Trabalhos de conclusão de curso ()
- Supervisão de Pós-doutoramento ()
- Aperfeiçoamento/Especialização ()

d) Patentes: Produtos () Processos () Software () Outros () Quais

e) Número de trabalhos apresentados em congressos e eventos:

Nacionais () Internacionais ()

f) Outros indicadores do projeto que julgue importantes.

5. Expectativas da instituição com os resultados do projeto: em que aspectos você considera que o projeto vem sendo mais importante (use a escala: 1: nenhuma importância; 2: pouca importância; 3: importante e 4: muito importante):

- Controle de pragas e doenças ()
- Crescimento volumétrico do eucalipto ()
- Metodologias de mapeamento genético ()
- Qualidade da madeira ()

- | | |
|--|-----|
| Informações científicas e tecnológicas | () |
| Artigos e outras publicações | () |
| Geração de patentes | () |
| Capacitação e formação de recursos humanos | () |
| Infra-estrutura e material | () |
| Outras (cite) | () |

6. Participaria de outros projetos e programas em rede?

Sim (). Nesse caso, quais os principais benefícios e vantagens e também as dificuldades encontradas pela instituição com um arranjo em redes como o PGL?

Não (). Comente.

7. Que sugestões daria para aperfeiçoar o funcionamento dessa rede, e também para conformação de outras redes em genômica?

8. Como você avalia o papel do Governo na estruturação de redes de pesquisa genômica, em particular do PGL?

9. Outros comentários e observações que julgar importantes

QUESTIONÁRIO PARA EMPRESAS

Nome da empresa:

Localização:

Entrevistado (Nome e e-mail):

Função:

Data:

1) INFORMAÇÕES GERAIS DA EMPRESA

1. Capital da empresa (%):

- Nacional ()
- Estrangeiro ()

2. Número de funcionários da empresa em 2004:

- Diretoria e gerência: _____
- Administração: _____
- Produção: _____
- P&D: _____
- Outros: _____

3. Como caracterizaria as vantagens competitivas de sua empresa? Use a escala: 1: nenhuma importância; 2: pouco importante; 3: importante; 4: muito importante

- Tecnologia e inovação ()
- Investimentos em P&D ()
- Economia de escala ()
- Acesso a financiamento ()
- Acesso à matéria-prima ()
- Marketing e comercialização/distribuição ()
- Menores custos, dada a maior eficiência no consumo de matérias-primas, energia ou mão-de-obra ()

- Verticalização da produção ()
- Descentralização da produção ()
- Qualificação de fornecedores ()
- Elevação do grau de padronização dos produtos ()
- Produção de produtos com maior valor agregado ()
- Assistência técnica a clientes externos e internos ()
- Qualidade e diversificação dos produtos ()
- Certificação (qualidade, ambiental – Selo verde) ()
- Outros (quais) ()

4. A empresa possui centro de P&D? Sim () Onde se localiza? Não ()

5. Preencha, no quadro abaixo, o número de pessoas envolvidas nas atividades de P&D, com os respectivos níveis de escolaridade e a percentagem (%) frente ao número total de empregados

	2004	
	Número	%
Doutorado		
Mestrado		
Graduação		
Especialização		
Estagiários		
2º. grau		
1º. grau		
TOTAL		

6. Origem da(s) tecnologia(s) utilizada(s) na empresa (em %):
%

- Pesquisa interna _____
- Pesquisa pública _____
- Licenciamento _____
- Outras (quais) _____

7. Qual tem sido a distribuição interna das despesas de P&D, por tipo de atividade (em %)?
%

- Pesquisa básica _____
- Pesquisa aplicada _____
- Adaptação _____
- Melhoria de qualidade _____

8. Principais fontes de financiamento para P&D (montante e %):

- | | montante | % |
|---|----------|-------|
| - Recursos próprios | _____ | _____ |
| - Governo (editais, programas etc.) | _____ | _____ |
| - Recursos de organismos internacionais | _____ | _____ |
| - Outros | _____ | _____ |

9. Qual a % de recursos financeiros direcionados à P&D em relação ao faturamento da empresa em 2004?

10. Houve aumento devido ao Projeto *Genolyptus*? Se sim, de quanto (em %)?

11. Quais as principais linhas de pesquisa da empresa?

1. _____
2. _____
3. _____

12. Indique os principais parceiros nas atividades de P&D da empresa, em número de instituições, importância (use a escala: 1: nenhuma importância; 2: pouco importante; 3: importante; 4: muito importante) e frequência (use a escala: 1: nunca; 2: uma ou duas vezes; 3: às vezes; 4: sempre

	Número	Importância	Frequência
- Instituto de Pesquisa Públicos	_____	_____	_____
- Universidades	_____	_____	_____
- Empresas nacionais	_____	_____	_____
- Empresas estrangeiras	_____	_____	_____
- Empresas de consultoria	_____	_____	_____
- Outros (cite)	_____	_____	_____

13. Há tendência de internalização de algumas atividades? Sim () Não ()

Se sim, quais e por que?

Se não, por que?

14. Essa tendência é cada vez mais forte? Os acordos de cooperação serão sempre necessários?

Se sim, em quais circunstâncias?

15. Há preferência para a realização de projetos de P&D com parceiros estrangeiros ou nacionais? Por que?

16. Nos últimos 5 anos, qual o avanço técnico-científico mais importante em biotecnologia/genômica que mais afetou o mercado de celulose e papel?

17. Quais os meios de proteção utilizados pela empresa para impedir difusão de conhecimentos e resultados da pesquisa (usar a escala: 1 nunca, 2: uma ou duas vezes; 3: às vezes; 4: sempre)

- Patente ()
- Segredo industrial ()
- Contrato de exclusividade ()
- Outros (citar) ()

18. Número de patentes depositadas para produtos e processos nos últimos 3 anos:

	Produtos			Processos		
	2004	2003	2002	2004	2003	2002
País						
Exterior						

19. Número de publicações em revistas científicas nacionais e internacionais nos últimos 3 anos:

	Nacionais			Internacionais		
	2004	2003	2002	2004	2003	2002
País						
Exterior						

20. Há política de capacitação na área de P&D da empresa?
Sim () Não () Se sim, qual a estratégia utilizada?
21. Número de estagiários de universidades realizando atividades na empresa:
22. Como as políticas governamentais (industrial, agrícola, de C&T etc.) influenciam as estratégias da empresa (principalmente em relação às estratégias de cooperação)?

2) PROJETO GENOLYPTUS (PGL)

1. Início da participação da empresa no projeto:
2. Motivação da empresa para participação no projeto:
3. A empresa foi contactada para participar do projeto? Sim () Não ().
Se sim, por quem?
Se não, como soube do projeto?
4. Quais os subprojetos em que atua e qual (is) a (s) atividade (s) da empresa nos mesmos?
1. _____
2. _____
3. _____
5. Como a empresa analisa o relacionamento com os participantes do projeto? Use a escala:
1: pouco satisfatório; 2: satisfatório; 3: muito satisfatório. Comente
 - Coordenação ()
 - Universidades ()
 - Institutos públicos de pesquisa ()
 - Outras empresas ()
 - FUNARBE ()
 - Outros (citar) ()
6. Há compartilhamento de equipamentos, instalações, material científico para o desenvolvimento do projeto com os demais participantes?
Sim () Não () Se sim, especifique o participante e para quais circunstâncias
7. Qual a % de recursos financeiros direcionados ao PG em relação aos gastos totais com a P&D nos últimos 3 anos? 2004 _____ 2003 _____ 2002 _____
E com relação ao faturamento da empresa? 2004 _____ 2003 _____ 2002 _____
8. Qual o número de funcionários em P&D que participam do projeto (fixos e bolsistas, se houver)

	Fixos	Bolsistas (indique agência, nível da bolsa, vigência)
Doutorado		
Mestrado		
Graduação		
Especialização		
Iniciação Científica		
2º. grau		
1º. grau		
TOTAL		

9. Número de publicações, artigos e patentes gerados pelo desenvolvimento do PG
Publicações: Periódicos Nacionais () Periódicos Internacionais ()
Patentes: ()
10. Houve necessidade de treinamento específico de pessoal para o desenvolvimento do PG? Se sim, quantas pessoas, para qual tipo de atividade e com qual instituição foi realizado o treinamento?
11. Expectativas da empresa com os resultados do projeto: em que aspectos a empresa considera que o PG será mais importante (use a escala: 1: nenhuma importância; 2: pouco importante; 3: importante e 4: muito importante):
- Controle de pragas e doenças ()
 - Crescimento volumétrico do eucalipto ()
 - Metodologias de mapeamento genético ()
 - Qualidade da madeira ()
 - Produtividade ()
 - Exploração sustentável do meio ambiente ()
 - Informações científicas e tecnológicas ()
 - Geração de patentes ()
 - Capacitação de recursos humanos ()
 - Cumprimento de requisitos de qualidade (selo verde, certificação ambiental, outros) ()
 - Outras(quais)
12. A empresa participaria de outros projetos e programas em rede?
Sim (). Nesse caso, quais os principais benefícios e vantagens para a empresa de um arranjo em redes?
Não (). Comente
13. Que sugestões daria para aperfeiçoar o funcionamento da rede, e também para conformação de outras redes em genômica?
14. Como você avalia o papel do Governo na estruturação de redes de pesquisa genômica?
15. Outros comentários e observações que julgar importantes