

# TECNOLOGIAS AGROPECUÁRIAS E IMPACTO AMBIENTAL: UMA AGENDA PARA A PESQUISA

*Tarcízio R. Quirino<sup>1</sup>, Alfredo J. B. Luiz<sup>2</sup> e Elaine C. Dias<sup>3</sup>*

## RESUMO

No mundo de globalização e de inovação em que vivemos, a eficiência e a eficácia no uso da ciência e tecnologia (C&T) são essenciais para criar e manter no país vantagens competitivas. Este trabalho examina prospectivamente que tecnologias críticas e linhas de pesquisa deverão balizar a relevância da pesquisa agropecuária no Brasil nos próximos anos, privilegiando os aspectos referentes ao impacto ambiental da atividade agropecuária. Os dados resultam de duas rodadas de questionários tipo Delphi preenchidos em 1995-96 por um painel de especialistas (respectivamente 135 e 66) em agricultura e meio ambiente. São identificados os avanços científicos referentes aos impactos agroambientais esperados nas áreas da ciência básica e aplicada, em seguida listadas e justificadas as prioridades de pesquisa decorrentes. Finalmente, são examinadas as convergências e divergências dos painelistas sobre o problema do uso de tecnologias agrícolas e pecuárias tradicionais para minorar e prevenir impactos negativos no meio ambiente, identificadas tecnologias tradicionais relevantes existentes em diversas regiões do país e sugeridas prioridades de pesquisa dessas tecnologias.

**Palavras-chave:** meio ambiente, agroecologia, pesquisa agropecuária.

## AGRICULTURAL TECHNOLOGIES AND ENVIRONMENTAL IMPACT: A SCHEDULE FOR THE RESEARCH

### ABSTRACT

In the globalized, innovation dependent world we live in, efficiency and efficacy in the use of science and technology are essential to build and implement competitive advantages for the Country. This paper prospectively examines what critical technologies and research lines shall line up the agricultural research relevance in Brazil by the next years, by taking into consideration the main aspects of the agriculture's environmental impact. Data come from a two round (135 / 66) Delphi type questionnaire research completed in 1995-96 by a panel of specialists in

<sup>1</sup> Sociólogo, Ph.D, Pesquisador da Embrapa Meio Ambient, Rod. SP 340, km 127,5. Caixa Postal 69, 13820-000 Jaguariúna, SP. E.mail: tquirino@cnpma.embrapa.br

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo e Estatístico, M.Sc, Pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP. E-mail: alfredo@cnpma.embrapa.br

<sup>3</sup> Socióloga, Bolsista do CNPq (Projeto 521988/95-0) na Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP, Mestranda da Universidade Estadual de Campinas.

agriculture and environment. Expected advances of basic and applied science on agroenvironmental impact are examined and ensuing research priorities are listed and justified. Finally, panelists' agreements and disagreements about the problem of using traditional agricultural technology for mitigating and avoiding negative environmental impact are considered, relevant traditional technologies in use in the Country's different regions are identified and related research priorities are suggested.

**Key Words:** natural environment, agro-ecology, agricultural research.

## TECNOLOGIAS CRÍTICAS, LINHAS DE PESQUISA E PROSPECÇÃO

O mundo em que vivemos e, mais ainda, o que deixaremos para nossos filhos, reúne características paradoxais. Por um lado, a globalização põe em competição fornecedores de todo tipo de coisas (produtos industrializados, matérias-primas, serviços e até estilos de vida, ideais e crenças) numa intensidade e abrangência geográfica como nunca antes aconteceu. Devemos colocar no mercado novos produtos, idéias e tecnologias para satisfazer a uma potencial clientela, antes que a concorrência atraia para “seu lado” o poder de compra, a disponibilidade de concordância ou a adesão de fé que poderiam ser “nossos”. Isto gera um ambiente socioeconômico instável, nervoso, mutante e superficial.

Por outro lado, a inovação de produtos, fundamento maior da fase de competição flexível em que o mundo ingressou a partir dos anos 70 (Piore Sabel, 1985), exige a aplicação crescente do conhecimento e da invenção como estratégia de hegemonia e de sobrevivência. Devido à crescente competição, cada vez mais o uso da Ciência e Tecnologia (C&T), em forma de informação, faz parte da solução e até da capacidade de enunciar os problemas. Os conhecimentos básicos sobre o funcionamento da natureza se tornam uma das maiores fontes de poder, de modo que a competição se exerce principalmente pela capacidade de aplicar tais conhecimentos para construir novos produtos, produzir novas ou melhores matérias-primas, oferecer serviços inusitados e apresentar explicações, padrões estéticos e códigos de éticas que conquistem e mantenham a globalizada, heterogênea e dispersa clientela.

Devido à crescente competição, a eficiência e a eficácia no uso de C&T são essenciais para manter vantagens que redundem em inovações bem-sucedidas. Isto não pode acontecer sem um ambiente socioeconômico de seriedade, de

reflexão, de dedicação à construção do conhecimento científico e à sua aplicação criativa. É preciso, portanto, prever, do modo mais acurado possível, o que vai ser competitivo no mercado de amanhã e no futuro mais distante, mesmo que não possa ser vislumbrado em detalhe. Em essência, o mercado tem de ser criado a partir dos avanços tecnológicos e suas possíveis conseqüências sobre a criatividade e sobre as alternativas de produção. A eventual identificação antecipada dessas tecnologias críticas resultam em considerável vantagem competitiva.

A democracia pluralista é a matriz político-ideológica apropriada ao desenvolvimento deste cenário socioeconômico. Contudo, ela não resolve o problema das escolhas prioritárias que devem ser feitas, pela pesquisa científica em geral e, também, pela pesquisa agropecuária, para munir os produtores de informações apropriadas às necessidades cambiantes dos novos mercados e dos novos hábitos e apetências. Os estudiosos que se dedicam a refletir sobre prospecção procuram, então, apontar uma direção ou um caminho para auxiliar a desvendar as alternativas do futuro e seus possíveis limites ainda a serem construídos (Marinho & Quirino, 1995). O estudo das perspectivas de desenvolvimento do que se chamou de tecnologias críticas, isto é, das que parecem fundamentais para fornecer as condições e os limites das inovações, é um exercício de prospecção que tem sido usado com proveito.

Em resposta a essas demandas, a Embrapa introduziu um novo paradigma de pesquisa e de organização da pesquisa agropecuária<sup>4</sup>, o qual vem sendo adotado por outras instituições, tais como as congêneres dos estados brasileiros. Tal adoção teve como conseqüência a atualização da missão, de modo a enfrentar a demanda por tecnologias que levassem à sustentabilidade da agricultura brasileira. Novos problemas e novas prioridades demandavam escrutínio e solução e para isso os antigos problemas tiveram de ser redefinidos sob o novo ângulo da sustentabilidade (Embrapa, 1998).

Porém, adotar um novo paradigma e alocar recursos para novas prioridades de pesquisa são apenas uma profissão de fé se não se enfrenta o problema da

---

<sup>4</sup> A principal característica do novo paradigma é a adoção do planejamento estratégico como fundamento norteador da ação organizacional. Este tipo de planejamento transcende as formas determinísticas de proposta de objetivos e de realização de metas e adota a prospecção (principalmente a prospecção tecnológica, nesse caso) como base de decisões estratégicas. A prospecção tecnológica melhora a base de informação dos gestores, identificando e priorizando as necessidades e aspirações de segmentos da clientela de P&D, tornando, assim, as organizações mais responsivas diante desta e da sociedade. (ver Portugal, 1998 e, de modo geral, Castro et al., 1998).

relevância, isto é, a importância das soluções apontadas, como contribuição efetiva para a superação dos problemas futuros. Dentre as prioridades possíveis, saber quais são as mais prováveis de dar bons resultados e de contribuir para a melhoria da agropecuária e, ainda, de manter padrões de relacionamento com o meio ambiente que as tornem sustentáveis ecológica, econômica e socialmente, é uma questão desafiadora de priorização (Contini et al., 1998).

Este trabalho examina o futuro da C&T no Brasil, sob a ótica da pesquisa agropecuária e, neste contexto, sob o ângulo da sustentabilidade da agricultura. Visa contribuir para a discussão dos novos objetivos da pesquisa agropecuária brasileira, da missão da Embrapa, e do atendimento das demandas de pesquisa expressas pela sociedade civil e, portanto, para a discussão da sua relevância. A análise se concentra nas informações referentes a tecnologias críticas e linhas de pesquisa, tanto básicas como aplicadas.

## METODOLOGIA E COLETA DE DADOS <sup>5</sup>

Com base em resultados de estudos de cenários, foi elaborado e testado um questionário de 17 perguntas utilizando o método Delphi, dirigido para a prospecção das tendências do setor agropecuário no Brasil nos próximos dez anos, assim como para a indicação das ações prioritárias de pesquisa no relativas ao desenvolvimento sustentável da agricultura. Foram usadas indicações do tipo *peer pooling* (Downes, 1991) com as quais se fez uma extensa lista de especialistas em questões relativas a agricultura e meio ambiente e a eles foi enviado o mencionado questionário. Dessa consulta resultou um painel de respondentes cuja contribuição serve de base para a análise subsequente. Dos especialistas consultados, 135 concordaram em tomar parte na pesquisa e responderam a primeira rodada. O questionário da segunda rodada foi enviado aos especialistas que responderam a primeira. A taxa de retorno da segunda rodada foi de 48,9%, ou seja, 66 respondentes. Este número, mesmo sendo inferior ao esperado, foi considerado satisfatório (Quirino et al., 1997; Quirino

---

<sup>5</sup> Os dados em que se baseia este artigo resultaram da pesquisa realizada pela Embrapa Meio Ambiente como parte do Programa de Proteção e Avaliação da Qualidade Ambiental, Projeto 11.0.94.226 "Análise Prospectiva dos Principais Fatores de Degradação Ambiental na Agricultura". A pesquisa beneficiou-se, em parte, do apoio do CNPq ao primeiro autor (Projeto 521988/95-0). Na redação final deste artigo, aproveitaram-se, grandemente, as sugestões de dois revisores anônimos dos CC&T, a quem agradecemos.

& Irias, 1998), por causa da lógica intrínseca ao método Delphi. Esta se baseia na conjunção de contribuições de especialistas que trabalham à distância, como se formassem um painel disperso geograficamente e se apoia, portanto, em fundamentos teóricos diferentes daqueles das pesquisas sociais convencionais (Hill & Fowles, 1975; Downes, 1991; Twiss, 1992; Marinho & Quirino, 1995; Ziglio, 1996). Assim, suas amostras intencionais estão logicamente imunes ao problema da proporção de retorno de respostas, que é fundamental quando se trata das amostras representativas das pesquisas tipo *survey*<sup>6</sup>.

Da primeira rodada, foram identificados os fatores que, segundo o julgamento compartilhado pelos painelistas, irão influenciar os aspectos da qualidade ambiental na agricultura brasileira, os aspectos que melhor descrevem tal ambiente futuro, e as prioridades de atuação e de pesquisa que devem ser adotadas em tais circunstâncias. Da segunda, foram confirmados e aprofundados os resultados da primeira rodada e discutidos temas polêmicos e novos assuntos sugeridos por esta. O segundo questionário incluiu alguma discussão sobre regionalização de problemas agroambientais, porém em aspectos que não serão tratados neste artigo.

Os especialistas que responderam à pesquisa são oriundos de diferentes áreas ocupacionais ligadas às questões ambientais, tais como agronomia, química, meio ambiente, economia, agricultura e assuntos correlatos, além de pessoas representativas da indústria, universidades e centros de pesquisa. No método Delphi, a circulação de idéias entre especialistas, anônimos entre si, estabelece a troca de informações, a consideração de idéias minoritárias e o estímulo à criatividade (Wright, 1985).

Os avanços do conhecimento básico e do conhecimento aplicado foram abordados, por meio de perguntas sobre tecnologias críticas e linhas de pesquisa. Um painel de pesquisadores da Embrapa Meio Ambiente e do Programa de Estudos do Futuro da Universidade de São Paulo identificou doze áreas básicas e aplicadas, consideradas como passíveis de fundamentar avanços importantes

---

<sup>6</sup> Os 135 respondentes são oriundos de variadas categorias de instituições: Embrapa, instituições universitárias, instituições estaduais de pesquisa e desenvolvimento, instituições federais de pesquisa e desenvolvimento, empresas privadas e organizações não-governamentais. A localização geográfica dos respondentes cobre todas as regiões do Brasil, com concentração maior no Sudeste como, de resto, a população e as organizações brasileiras: Norte - 3, Nordeste - 5, Sudeste - 89, Sul - 29, Centro-Oeste - 7, não registrado 2. Esta variedade de origens regionais e institucionais não é metodologicamente relevante, mas garante ao painel o acesso a uma variedade de experiências e reforça, portanto, a evidência de sua capacidade de apreender as diferenças.

ligados à agricultura e ao meio ambiente no Brasil até o lustro inicial do Século XXI. A partir delas, os respondentes dos questionários Delphi abordaram separadamente os avanços do conhecimento básico e do conhecimento aplicado.

## AVANÇOS PROSPECTIVOS DO CONHECIMENTO E PRIORIDADES PARA A PESQUISA AGROPECUÁRIA

Quais são os avanços científicos esperados nas áreas mais importantes referentes a impactos agroambientais?

Todas as áreas identificadas pelo painel de pesquisadores citado mostraram-se dentro das expectativas de parte considerável dos respondentes da primeira rodada do questionário Delphi. A Tabela 1 escalona as áreas do **conhecimento básico** e do **conhecimento aplicado**, de acordo com a prioridade (primeira coluna), calculada pela média de pontuação (última coluna). Todas as áreas identificadas receberam alguma chancela como boa perspectiva para o futuro, embora que com níveis diferentes de concordância dos respondentes (a segunda coluna da Tabela 1 identifica a ordem da previsão de avanço dos conhecimentos básicos e aplicados, separadamente), sendo retomadas para aprofundamento e especificação na segunda rodada.

Os maiores avanços em **conhecimentos básicos** são previstos nas áreas de: instrumental para quantificação de parâmetros ambientais; modelagem de agrossistemas; adaptação e desenvolvimento metodológico; tratamento e processamento digital de imagens. Houve pelo menos 50% de concordância entre os respondentes de que estas são áreas prioritárias onde se esperam avanços significativos. Com menor frequência, também esperam-se avanços nas áreas de: processos de fluxos energéticos; dinâmica de comunidades (biota).

Com referência aos **conhecimentos aplicados**, os maiores avanços até 2005 são esperados nas áreas de: proteção da qualidade dos recursos naturais tais como solo, atmosfera, e águas superficiais e subterrâneas; modelos preditivos de análise de risco de impactos negativos de tecnologias utilizadas para a produção agropecuária sobre os recursos solo/água/atmosfera; desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade visando ao estabelecimento de metas e o suporte de políticas públicas; análise socioeconômica dos impactos positivos e negativos resultantes da adoção de novas tecnologias de produção agropecuária. Estas expectativas são compartilhadas por, pelo menos, metade dos

respondentes. Duas outras foram enfocadas, embora tenham recebido um pouco menos de metade das concordâncias: utilização de subprodutos industriais e agroindustriais na atividade de produção agropecuária; monitoramento da biodiversidade dos agroecossistemas e efeitos de atividades agropecuárias na biodiversidade em geral.

Tabela 1 - Níveis de prioridade de temas selecionados para pesquisa agropecuária voltada para o meio ambiente no Brasil. <sup>9</sup>

Prioridade	Tipo de Conhecimento e Previsão de Avanço <sup>10</sup>	Área	Media <sup>11</sup>
1	Básico 1	Instrumental para quantificação de parâmetros ambientais	2,854
2	Aplicado 1	Proteção da qualidade de recursos naturais (solo, águas superficiais e subterrânea, atmosfera)	2,800
3	Aplicado 6	Monitoramento da biodiversidade dos agroecossistemas e efeitos de atividades agropecuárias na biodiversidade em geral	2,627
4	Aplicado 3	Desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade visando ao estabelecimento de metas e suporte de políticas públicas	2,501
5	Básico 3	Adaptação e desenvolvimento metodológico	2,450
6	Aplicado 4	Análise socioeconômica dos impactos positivos e negativos resultantes da adoção de novas tecnologias	2,440
7	Aplicado 2	Modelos preditivos de análise de risco de impactos negativos de tecnologias utilizadas para a produção agropecuária sobre os recursos solo, água, atmosfera	2,389
8	Aplicado 5	Utilização de subprodutos industriais e agroindustriais na atividade de produção agropecuária	2,378
9	Básico 4	Tratamento e processamento digital de imagens	2,308
10	Básico 2	Modelagem de agroecossistemas	2,304
11	Básico 5	Fluxos energéticos	2,220
12	Básico 6	Dinâmica de comunidades (biota)	2,196

<sup>9</sup> A Tabela 1 é a revisão de tabela equivalente publicada em Quirino, 1998.

<sup>10</sup> 1= Avanço esperado por maior proporção de painelistas; 2= idem, pela segunda maior proporção de painelistas, etc, até 6.

<sup>11</sup> Baixo=1; Médio=2; Alto=3.

## Áreas de conhecimento básico

Espera-se, em geral, que a ciência contribua para uma melhor compreensão da realidade ambiental e que avance na abordagem interdisciplinar de integração do conhecimento.

Na área *instrumental para quantificação de parâmetros ambientais*, o conhecimento de indicadores ambientais e socioeconômicos de impacto positivo e negativo foi considerado fundamental ao desenvolvimento rural e ao aumento da produtividade até o ano de 2005. Foram enfatizados, no conjunto de respostas obtidas, a popularização de técnicas hoje restritas, como o sensoriamento remoto e os recursos computacionais, juntamente com um monitoramento adequado dos impactos ambientais negativos em regiões produtoras de maior importância agrícola. Houve ainda inúmeras sugestões de aperfeiçoamento de indicadores biológicos e físicos no processo de sustentabilidade agrícola.

Neste mesmo sentido, foi identificada a necessidade de desenvolvimento de metodologias de informação, tais como banco de dados estatísticos e bibliográficos, capazes de fundamentar uma avaliação ambiental e econômico-social dos impactos produzidos pela agropecuária. Deve-se chegar ao

“aperfeiçoamento das técnicas de avaliação econômica que se originará da prática crescente (que no Brasil é escassa) e do conhecimento científico sobre as causas de dano, nível de dano e de custo crescente do não controle da poluição. A disponibilidade de *softwares* específicos será fundamental, assim como a criação de sistemas auto-alimentados de informação ambiental.”<sup>7</sup>

Os painelistas confiam que a área de *modelagem de agrossistemas* conhecerá um avanço na qualificação dos *softwares*, em decorrência do desenvolvimento da informática, de sua maior disponibilidade e de um aumento de bancos de dados baseados nos resultados da pesquisa científica. O desenvolvimento de sistemas agropecuários é colocado como algo compatível com as características da propriedade e da estrutura econômica, social e cultural vigente, mas são feitas previsões sobre os impactos positivos e negativos da aplicação de determinadas técnicas. “Sistemas fechados de criação animal com reaproveitamento de resíduos”, “pesquisa e feedback com os sistemas produtivos (retroalimentação)”, “concentração de esforços para montar eletronicamente

<sup>7</sup> As citações no texto são oriundas dos questionários anônimos da segunda rodada da pesquisa, caso não haja indicação diferente.



os sistemas de produção e naturais”, assim como o aumento de produtos exploráveis num mesmo local, foram apresentados também como possibilidades eficazes para o futuro próximo.

Na área de *adaptação e desenvolvimento metodológico*, a maioria dos entrevistados considerou prioritário o aprimoramento de metodologias que possam associar eficientemente o meio físico e as relações sociais. Neste sentido, a multidisciplinaridade recebeu uma ênfase especial, pois foi considerada imprescindível por um grande número de respondentes. Espera-se que as técnicas de cultivo sejam simplificadas e se tornem mais econômicas, que os resíduos tenham melhor aproveitamento na propriedade e na indústria e que os conhecimentos acerca dos problemas criados pela utilização dos agroquímicos sejam corretamente divulgados. Sugeriu-se que a agricultura sustentável é prioritária para um desenvolvimento agrícola adequado ao meio ambiente, porque tem usado metodologias adequadas e de fácil interpretação e se presta à aplicação de indicadores de qualidade. Devem ser desenvolvidas pesquisas para conseguir o “desenvolvimento de técnicas específicas por região, através de zoneamento agroambiental, adequando e adaptando metodologias à realidade física, biótica e antrópica das diferentes zonas”.

No que se refere à área de *tratamento e processamento digital de imagens*, espera-se o mapeamento mais detalhado das mudanças sofridas pelo meio ambiente e principalmente a melhoria da qualidade das imagens via satélite e a maior utilização da fotografia no acompanhamento das áreas agrícolas. São sugeridas como ações prioritárias às linhas de pesquisa e às instituições, que se divulguem mais amplamente essas tecnologias, que sejam postas à disposição de maior número de interessados e que seja oferecido treinamento para a utilização de tais elementos, visto que estas idéias até o presente estão restritas ao ambiente científico e acadêmico. Neste sentido, sugeriu-se a

“popularização do uso de *softwares* para a expressão dos resultados de pesquisa, ações de monitoramento, gestão ambiental, dentre outros” e a “simplificação dos sistemas de processamento de imagens para que se torne um instrumento efetivo na decisão de investimento agrícola e manejo sustentado dos recursos”.

São esperados ainda avanços na área de *modelagem de agroecossistemas e fluxos energéticos*, com a evolução das fontes de dados, o controle e monitoramento ambiental, a disseminação das técnicas e a formação dos recursos humanos na área de pesquisa dos sistemas agropecuários. Espera-se, por volta

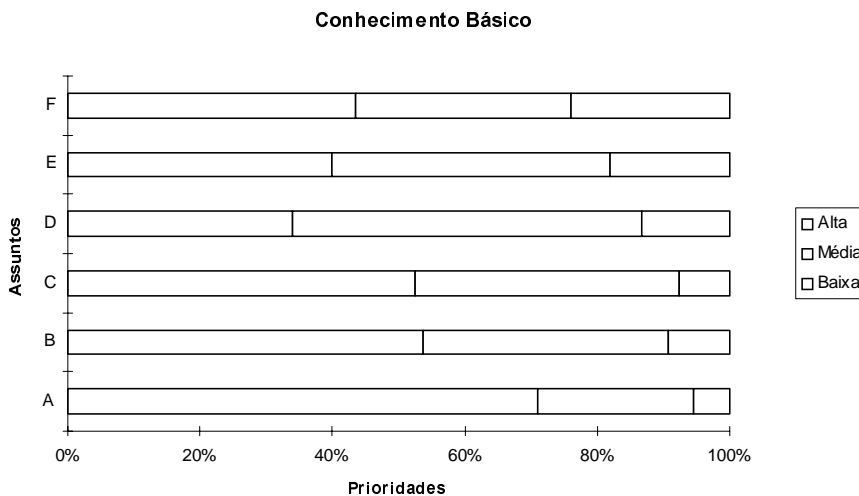
de 2005, a ampliação dos fluxos energéticos, de modo que os setores agrícola e natural interajam e promovam o manejo sustentável sem esgotamento dos recursos. A redução dos níveis de energia usados na produção, o aumento relativo do uso de energia solar e o aproveitamento de resíduos, também são esperados como avanços na área de fluxos energéticos. A área de pesquisa foi identificada como ponto importante ao avanço de soluções para o problema energético. As pesquisas em fixação biológica do nitrogênio do ar, o controle biológico e o aproveitamento de energia solar são também enumeradas como promissoras.

Na área de *dinâmica de comunidades (biota)* esperam-se avanços na manutenção de comunidades, tantos vegetais como animais, junto às áreas agrícolas, com vistas a um melhor equilíbrio ecológico e a um maior conhecimento das inter-relações entre os seres vivos. Para tanto

“é necessário o planejamento de um agroecossistema mais rico em biodiversidade, através de uma metodologia simples, baseada em indicadores precisos e sensíveis”, bem como “verificar o efeito do desmatamento e fragmentação dos habitats naturais sobre a diversidade de espécies naturais. Este conhecimento deverá ser utilizado de forma aplicada em planos de utilização, recuperação e proteção ambiental na escala mínima de microbacias hidrográficas”.

A recuperação de áreas degradadas e a introdução de novas culturas e novas forrageiras (capim mais leguminosas) foram mencionadas como fatores em desenvolvimento nos próximos anos, da mesma forma que o monitoramento e a preservação da qualidade ambiental e da qualidade de vida das pessoas foram considerados pontos importantes.

O gráfico da Figura 1 representa o grau de prioridade atribuído pelos painelistas aos assuntos selecionados na área de conhecimento básico. Pelo menos 50% dos painelistas concordaram que deve haver prioridade para avanço significativo (prioridade alta ou média) nas áreas de: instrumental para quantificação de parâmetros ambientais (quase 75% atribuem alta prioridade), modelagem de agroecossistemas (mais da metade atribui alta prioridade), adaptação e desenvolvimento metodológico e tratamento e processamento digital de imagens (33% atribuem alta prioridade e a maioria julga sua prioridade média). Além disso, estudos de fluxos energéticos e dinâmica de comunidades (biota) representam expectativas de parte menor dos respondentes (entre 40 e 50%).



Assuntos:

A - Instrumental para quantificação de parâmetros ambientais.

B - Modelagem de agroecossistemas.

C - Adaptação e desenvolvimento metodológico.

D - Tratamento e processamento digital de imagens.

E - Fluxos energéticos.

F - Dinâmica de comunidades (biota).

Figura 1 - Grau de prioridade atribuído por especialistas a assuntos selecionados na área de conhecimento básico sobre fatores de degradação ambiental na agricultura.

### Áreas de conhecimento aplicado

As seis áreas apontadas como importantes direções de progresso científico aplicado receberam quase unanimidade de concordância dos painelistas consultados. Em geral, as ênfases são a respeito da proteção dos recursos e do meio ambiente e das possibilidades de medir os impactos negativos. Pelo menos 90% concordaram que cada uma das áreas representa um importante avanço. Isto sugere que ainda é mais alta a atenção dos painelistas à pesquisa aplicada, do que à pesquisa básica. Assim, foram inúmeros os aspectos específicos mencionados na área de avanço de “conhecimento aplicado”.

As pesquisas referentes ao avanço da informática e à criação de novas tecnologias serão essenciais ao processo administrativo de controle e gerenciamento da produção, assim como ao desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e manejo de sistemas agroflorestais (sistemas integrados de produção). A engenharia genética evoluirá em seus mais variados aspectos, criando novos referenciais de valor e permitindo o desenvolvimento da genética. Foram citados processos de interação planta/patógeno - planta/praga, sistemas de policultivo, otimização dos processos de reciclagem do carbono, zoneamento agroambiental e estudo genético acerca da resistência de pragas e doenças. No aspecto econômico, são esperadas melhorias principalmente na relação produção/qualidade/preços X impactos ambientais, de forma que a produção e a qualidade dos produtos aumentem sem que os preços avancem na mesma proporção.

Com relação à *proteção da qualidade de recursos naturais*, a conservação e a conscientização da população e das empresas que produzem impactos negativos sobre o meio ambiente constituem os aspectos mais considerados. É esperado o “aumento da disponibilidade de informação técnico-científica sobre a degradação acelerada dos recursos naturais para o grande público através de um sistemático programa de educação” e o estabelecimento de políticas públicas que indiquem o uso dos métodos já testados e conhecidos nas explorações agrícolas e pecuárias.

Além da divulgação das técnicas de proteção dos recursos naturais, são esperados avanços no que diz respeito aos sistemas de produção, ao aumento da produtividade e à redução de custos no controle das doenças. Foram mencionadas melhorias nos sistemas de plantio, a diminuição no uso de máquinas e o aperfeiçoamento de sistemas de monitoramento como metas a serem atingidas nos primeiros anos do próximo século.

“Criação de unidades de conservação de âmbito mundial para a produção adequada dos recursos naturais como resultado de pesquisa aplicada, envolvendo tamanho mínimo de área a proteger (sob o ponto de vista físico, biótico e antrópico).”

No que diz respeito aos avanços em *modelos preditivos de análise de risco dos impactos negativos decorrentes das tecnologias utilizadas para a produção agropecuária sobre os recursos solo, água e atmosfera*, as técnicas de modelagem matemática na análise dos impactos ambientais e o desenvolvimento da informática foram os aspectos preponderantes. Chamou-se a atenção para os

“desenvolvimentos recentes nas áreas de informação, econometria e nas técnicas matemáticas aplicadas, que devem permitir a melhor formulação de modelos dinâmicos que sejam capazes de avaliar impactos de choques, efeitos cumulativos e fatores determinantes de irreversibilidade e permitam calcular valores de opção ambiental e também implementar políticas de incentivo à introdução de tecnologias adaptadas”.

A Embrapa deve priorizar e promover o desenvolvimento dos recursos humanos desta área, uma vez que estes são, atualmente, considerados insuficientes. Além disso, foi sugerida “maior abrangência das tecnologias desenvolvidas na Embrapa” e “desenvolvimento de modelos mais adequados”.

O acesso ao conhecimento deverá ser ampliado, assim como o treinamento de técnicos que possam fornecer avaliações e diagnósticos precisos acerca do cenário atual e futuro das situações vividas pelo meio ambiente. Avaliou-se, ainda, que passará a ser exigido

“que, para implantação de uma nova tecnologia utilizada na agropecuária, sejam medidos os efeitos da retirada de recursos e entrada de resíduos sobre cada recurso, obtendo o real efeito da nova tecnologia sobre o produto e sobre o meio” e que sejam quantificadas “as perdas e analisa[das] as inovações no que se refere ao sistema de produção”.

Quanto ao *desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade*, “são esperados como avanço diagnósticos ambientais do ponto de vista macro, meso e micro com cotejamento de demandas por recursos naturais atuais e previstos”. A informática aqui também ganhou destaque pela criação de redes de informação, acopladas às rotinas produtivas, tendo em vista o desenvolvimento tecnológico e científico. Por sua vez, as políticas públicas tenderão a ser melhor elaboradas à medida que evolua o processo de conscientização do público; entretanto, este também é um ponto polêmico na opinião dos painelistas pois seu sucesso é medido

“hoje, (...) pelo aumento do PIB per capita, que não contempla a contabilização da perda ou ganho de recursos e ecossistemas naturais. Espera-se que, ao contabilizar estes recursos, o resultado leve a adotar políticas distintas daquelas até o momento indicadas”.

Haverá, ainda, a integração de disciplinas, a criação de mais órgãos que cuidem do assunto, sejam eles governamentais ou não, e o amadurecimento do conceito de sustentabilidade e sua aplicação, de forma que os indicadores se tornem confiáveis e de fácil medição.

Os avanços na *análise socioeconômica dos impactos positivos e negativos resultantes da adoção de novas tecnologias de produção agropecuária* corresponderão principalmente ao desenvolvimento de métodos qualitativos e quantitativos e à capacitação de profissionais que estabeleçam um sistema de comunicação eficiente e uma valorização do produtor rural e seu produto. Isso se refletirá no desenvolvimento “de novos instrumentos econômicos que incorporem as chamadas ‘externalidades’, os custos sociais, privados, passando o produto final a refletir um valor mais real do seu verdadeiro custo” e de “melhores indicadores valorizando aspectos ecológicos, isto é, a qualidade ambiental”.

A integração entre técnicos de áreas diferentes, como a social, a econômica e a agrícola, será maior, permitindo o aprimoramento de todos. Existem, entretanto, alguns aspectos negativos a considerar, como o aumento do uso de tecnologia importada, que pode tornar a mão-de-obra dispensável e contribuir para que continue a indesejada prioridade do aspecto econômico sobre o social, segundo alguns entrevistados.

Na *utilização de subprodutos industriais e agroindustriais na atividade da produção agropecuária*, esperam-se progressos na “pesquisa sobre reciclagem do lixo orgânico proveniente das grandes cidades, aproveitamento de resíduos da fazenda e da agroindústria de modo a reduzir os custos da produção”.

“Há uma infinidade de subprodutos que podem ser utilizados, como adubos orgânicos, ração animal, fabricação de produtos têxteis, que possibilitarão a criação de novas perspectivas de mercado até então não exploradas ou pouco conhecidas, mas que já começam a ter uma certa repercussão a nível nacional”. Haverá ainda o “aperfeiçoamento no aproveitamento de leveduras, avanços biotecnológicos nas áreas de despoluição e uso de resíduos para substituição de fertilizantes atenuando os efeitos sobre o ambiente” o “que pode, inclusive, ser importante na geração de novos empregos”.

Esta área de pesquisa promete grande desenvolvimento, assim como a agricultura orgânica, cujo fortalecimento contribuirá para a “racionalização dos custos, diminuição dos poluentes e melhoria da qualidade”.

Quanto ao *monitoramento da biodiversidade dos agroecossistemas e efeitos de atividades agropecuárias em geral*, espera-se que ocorra “um maior entrelaçamento de sistemas agropecuários e naturais, com revisão das áreas de reserva natural mínima, sua distribuição na propriedade e maior interação de cobertura vegetal permanente arbórea”. Mais uma vez o sistema

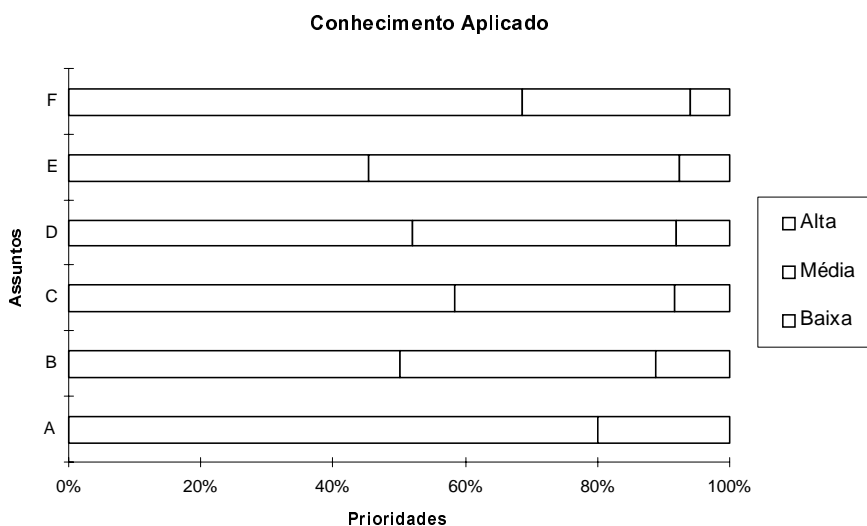
de monitoramento e sensoriamento é colocado como um aspecto de grande avanço, incluindo maior acesso a técnicas apropriadas e diminuição de custos. Mas o sistema de monitoramento e o estudo da biodiversidade dos agroecossistemas dependerá da evolução dos acordos de cooperação com órgãos científicos internacionais e do aperfeiçoamento do sistema de informação, da preocupação com a sustentabilidade e dos investimentos em pesquisa.

Será fundamental ainda “reconhecer o valor dos agroecossistemas da propriedade, explorar áreas mais nobres para a rotação de culturas, as menos nobres para culturas perenes, as áreas de valor histórico local com atividades voltadas ao turismo rural e ao ecoturismo”. Numa área mais abrangente e não específica de conhecimento aplicado ocorrerá “a definição de princípios, metodologias e tecnologias que conduzam à redução do uso de insumos; o aumento ou manutenção dos níveis de produtividade; e a diversificação de produção e do hábito alimentar”.

Os impactos ambientais serão melhor avaliados, ocorrerá a divulgação de padrões de qualidade, a redução de perdas e a melhoria do processo de conservação da água. Os aspectos econômicos serão analisados de forma mais coerente e os investimentos serão melhor aplicados. Os recursos naturais serão administrados de forma mais competente e, com isso, serão de fato conservados, uma vez que as áreas degradadas serão recuperadas e a legislação agrícola ambiental, efetivamente, aplicada.

O grau relativo de prioridade está representado no gráfico da Figura 2. Nele se observa que todos os temas de pesquisa aplicada receberam mais de 65% de indicações para a soma de prioridades alta e média (necessidade de avanço significativo). Portanto, todos eles devem ser levados em consideração na priorização de pesquisas, mas este não pode ser o critério mais forte de ordenamento. Tomando em consideração apenas as proporções de indicação de prioridade alta, temos a área de proteção da qualidade de recursos naturais e a de monitoramento da biodiversidade dos agroecossistemas e os efeitos de atividades agropecuárias na biodiversidade em geral, indicadas por mais de 50% dos entrevistados como de prioridade máxima. Estas merecem, assim, o maior destaque da parte da pesquisa agropecuária. A seguir, com mais de 40% das sugestões, estão o desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade visando ao estabelecimento de metas e suporte de políticas públicas, e a análise socioeconômica dos impactos positivos e negativos resultantes da adoção de novas tecnologias. Os dois últimos temas apresentados, isto é, o de modelos preditivos de análise de risco de impactos negativos de tecnologias utilizadas

para a produção agropecuária sobre os recursos solo, água, atmosfera, e o de utilização de subprodutos industriais e agroindustriais na atividade de produção agropecuária receberam entre 35 e 40% de indicação de prioridade alta. O tema de utilização de subprodutos foi o mais indicado no nível médio de prioridade, o que demonstra certa premência da necessidade de avanço significativo, além do que, somadas as indicações de alta e média prioridade, este foi o item com o maior percentual de preferência (74%) dentre todas as demais áreas de pesquisa aplicada.



Tecnologias:

A - Proteção da qualidade de recursos naturais.

B - Modelos preditivos de análise de risco de impactos negativos de tecnologias utilizadas para a produção agropecuária sobre os recursos solo, água, atmosfera.

C - Desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade visando ao estabelecimento de metas e suporte de políticas públicas.

D - Análise socioeconômica dos impactos positivos e negativos resultantes da adoção de novas tecnologias.

E - Utilização de subprodutos industriais e agroindustriais na atividade de produção agropecuária.

F - Monitoramento da biodiversidade dos agroecossistemas e efeitos de atividades agropecuárias na biodiversidade em geral.

Figura 2 - Grau de prioridade atribuído por especialistas a assuntos selecionados na área de conhecimento aplicado sobre fatores de degradação ambiental na agricultura.



## O DEBATE SOBRE TECNOLOGIAS AGROPECUÁRIAS TRADICIONAIS E SEU USO PARA A SUSTENTABILIDADE

Reinventar tecnologias agrícolas e pecuárias tradicionais como um caminho fecundo para diminuir impactos negativos que tecnologias da agricultura produtivista causam, é uma estratégia que vem sendo experimentada e documentada em outras regiões, tais como o meio oeste dos Estados Unidos (Hassanein & Kloppenburg Jr., 1995). Este foi também um tema incluído na segunda rodada do questionário Delphi, de modo que os painelistas tivessem oportunidade de tomar posição sobre ele.

É bom ressaltar a reação divergente que tal questão provocou. De fato, a ocorrência da concordância ou discordância acerca do resgate e utilidade de tais tecnologias apresentou distribuição nitidamente carregada nos extremos. Nota-se na Figura 3, a relação de oposição entre os respondentes que concordam totalmente com o reaproveitamento das técnicas tradicionais (a maioria) e aqueles que as desprezam de forma enfática. Apesar dessa polarização, o número de concordância total é aproximadamente 2,4 vezes maior do que o dos que discordam totalmente.

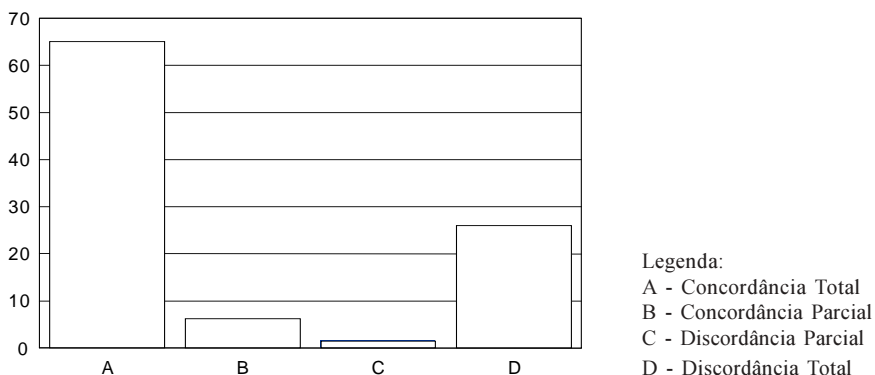


Figura 3 - Resgate de tecnologias agropecuárias tradicionais provenientes dos caipiras, caboclos, matutos e indígenas.

Considerando que a agricultura de base familiar é a principal depositária das tecnologias agropecuárias tradicionais no Brasil (Canuto et al., 1994; Mussoi, 1997; Luiz & Silveira, no prelo), é interessante notar que a mesma divergência já citada é encontrada quando se analisam as posições de alguns cientistas com respeito ao impacto que a agricultura familiar ou de subsistência causa nos recursos naturais. Enquanto alguns defendem que ela atua visando a uma maior preservação do ambiente (Pinheiro, 1992), outros afirmam que, por dispor de poucos recursos materiais e tecnológicos, ela perpetua o ciclo de degradação ® baixa produtividade ® pobreza ® poucos recursos ® mais degradação (Lal, 1994). De fato, ambas as perspectivas parecem ser verdadeiras, dependendo, porém, dos cenários em que a agricultura familiar for considerada. Vista em situação de extrema pobreza e em condições ambientais de baixa resistência à degradação será deletéria ao meio ambiente (Kitamura, 1994). Considerada em situação de sustentabilidade econômica e social, pode tornar-se também ambientalmente saudável (Hassanein & Kloppenburg, 1995).

A idéia de que o aproveitamento de tecnologias tradicionais no âmbito da agricultura brasileira é fundamental ao desenvolvimento rural sustentável teve grande aceitação dos painelistas, mas, ao mesmo tempo, suscitou argumentos contrários. O ponto de vista majoritário é que a adequação dessas tecnologias é fundamental, uma vez que são experiências acumuladas e testadas por várias gerações, e cujo aperfeiçoamento é capaz de promover maior produtividade sem causar danos ao meio ambiente. Mas, contrariamente a esta visão, as tecnologias tradicionais são por outros consideradas completamente regressivas, predatórias e incapazes de conferir aos seus produtores uma efetiva competitividade no mercado.

Os partidários deste ponto de vista parecem compartilhar com mais vigor os princípios da ‘modernização ecológica’ com desenvolvimento econômico sustentável, representado pelo Relatório Brundtland (UNWCED, 1987), do que os da ‘ecologia profunda’. Mas não há evidência de que os grupos têm em mente as mesmas tecnologias ou os mesmos cenários ao emitirem os veredictos díspares. É necessário aprofundar mais o assunto, levando em consideração, tanto os aspectos técnicos de produção, como os aspectos sociais, organizacionais e econômicos, de viabilidade e de sustentabilidade. É indispensável a análise sistemática da evidência empírica disponível, e a produção de mais dados sobre pontos obscuros ou menos evidentes.

Apesar da discordância, a grande maioria de painelistas, independentemente da posição quanto a seu aproveitamento atual, concorda que há prioridade de pesquisar as tecnologias tradicionais pela necessidade de resgate, registro histórico e avaliação da eficácia, praticidade, conhecimentos e avanço, assim como para a análise do custo-benefício de seu emprego.

São destacadas a seguir as principais tecnologias tradicionais que merecem ser resgatadas, segundo sugestões dos entrevistados: pousio, espécies medicinais, rotação de culturas e adubação orgânica, sistemas alternativos de produção, extrativismo e manutenção de plantas-semente, policultura indígena e utilização de recursos da flora e da fauna.

Além dessas específicas, outras de caráter geral foram sugeridas, especialmente aquelas que possam evidenciar utilidade para diminuição do uso de agrotóxicos, que aliviem o produtor da dependência dos preços, que contribuam para melhoria da conservação do solo, e que sirvam como alternativas de agricultura sustentável.

Quanto ao aproveitamento de tecnologias tradicionais para a sustentabilidade, foram vários os aspectos considerados no conjunto de respostas obtidas, podendo ser identificados os fatores ecológicos e econômicos como os preponderantes dentro da discussão formada no âmbito da revalorização do tradicional ou de sua total exclusão das práticas agrícolas recomendadas para o futuro. Por um lado, a adequação dessas tecnologias é colocada como fundamental ao desenvolvimento rural sustentável, uma vez que são experiências acumuladas por várias gerações e cujo aperfeiçoamento é capaz de promover, segundo alguns entrevistados, uma maior produtividade sem causar danos ao ambiente.

“A sustentabilidade não está ligada apenas ao aspecto da produção (aumento da produção pura e simples). Ela permeia também pelo campo da adequação de tecnologias mais elaboradas ao nível de capital e de cultura existente na propriedade. Este é um passo básico para definição de modelos sustentáveis”.  
“Muitas dessas tecnologias têm explicações científicas claras. Não são utilizadas porque envolvem muito conhecimento e não um produto vendável com grande lucro. A agroecologia trabalha com todos esses conceitos e são fundamentais para a sustentabilidade ecológica e econômica dos agroecossistemas, a produtividade e a qualidade do produto”.

Por outro lado, os que a elas se opuseram, assim o fizeram por considerá-las completamente regressivas, predatórias e incapazes de conferir aos produtores que as utilizam uma efetiva competitividade no mercado.

“O conhecimento da utilidade das plantas da mata é a grande sabedoria que os povos tradicionais podem fornecer. Porém, suas técnicas de aproveitamento de recursos exigem grandes áreas florestadas, o que hoje só existe na Amazônia. Estes métodos são, muitas vezes, fortemente impactantes”. “As dimensões espaciais, tecnológicas e ambientais da agricultura já estão enraizadas. Estas práticas mencionadas também são predatórias e têm pouca produtividade”.

Estas justificativas têm ainda como complemento a freqüente associação dessas técnicas às pequenas propriedades e à agricultura familiar, o que, segundo alguns painelistas, impossibilitaria o atendimento da atual demanda do mercado agropecuário com tecnologias tradicionais. Considerando que esta demanda é a responsabilidade mais importante a ser atendida pelas políticas e decisões do setor, afirma-se que “tais tecnologias não possibilitarão a própria sobrevivência, funcionando talvez e apenas em pequenas comunidades, compostas por pessoas de educação elevada ou de pequenos grupos familiares”.

Outros respondentes acham que é aceitável a implantação de qualquer tipo de tecnologia, desde que se possa atender ao aumento da população e às exigências sociais decorrentes desse processo. Citam exemplos efetivos do bom emprego do tradicional, apesar do não reconhecimento pelo sistema de pesquisa acadêmico-científico, como o aproveitamento

“do melhoramento genético milenar de plantas domesticadas pelas comunidades tradicionais da América, da Ásia, que foram só recentemente incorporadas ao sistema formal de pesquisa, apontando já centenas de anos de melhoramento genético”.

O seu caráter ambiental e econômico estão intimamente ligados nesta linha de discussão, seja no sentido da eventual implantação ou da exclusão desta idéia em sua totalidade.

O aspecto da modernização ou da pós-modernidade também foi considerado no conjunto de respostas. Foram recomendados o aproveitamento e o resgate das tecnologias, tendo como justificativa para tanto a distância e, em alguns casos, a incompatibilidade que se estabeleceu, no decorrer dos anos, entre a modernização das técnicas e a real necessidade dos produtores. Em contrapartida, ao invés do choque proposto entre o emprego de técnicas tradicionais e a modernização, foi mencionado o aproveitamento e a utilização de tecnologias modernas que já estão sendo desenvolvidas, compatíveis com o modelo econômico vigente e em defesa de uma agricultura com bases

sustentáveis. É, portanto, uma forma de rejeição às técnicas tradicionais em defesa da continuação do desenvolvimento das técnicas atuais.

“Não seria necessário voltarmos aos tempos da coivara, mas poderíamos utilizar técnicas modernas compatíveis com nosso modelo econômico, que viabilizassem uma agricultura sustentável. Seriam necessários, no entanto, estudos mais profundos quanto aos padrões de produção e tendências do mercado.”

## RECURSOS PARA PESQUISA DE TECNOLOGIAS AGROPECUÁRIAS TRADICIONAIS

Outra questão abordada, embora inicialmente relacionada apenas com o resgate das tecnologias tradicionais, resultou em observações a respeito da forma como, prioritariamente, devem ser aplicados os escassos recursos destinados à pesquisa da agricultura sustentável.

Ao serem perguntados se a Embrapa deverá empregar seus recursos, exercer liderança e oferecer incentivos para conseguir o resgate e o estudo das tecnologias tradicionais, os respondentes demonstraram um alto índice (82%) de concordâncias, e cerca de 13% de discordância total, como pode ser visto na Figura 4. Neste caso, apesar de os índices também apresentarem uma posição extrema, a diferença entre aqueles que concordam totalmente e os que discordam totalmente foi maior (6,3 vezes maior entre um e outro), demonstrando mais concentração na concordância, se comparada aos valores da Figura 3.

As razões para que a Embrapa exerça esta missão foram claras e coerentes. Além de sua utilidade para a melhoria das relações entre pesquisadores e produtores, foi apontada a necessidade de registro histórico dessas tecnologias. A pesquisa atuaria principalmente na avaliação da sua eficácia, praticidade, conhecimento e avanço, resgatando-as e fornecendo ainda o substrato técnico-científico adequado à sua disseminação e à análise da relação custo-benefício resultante de seu emprego. As tecnologias devem ser priorizadas

“não só pelo resgate de um enorme conhecimento acumulado, como também pelo enorme avanço e economia de tempo e recursos para chegar a atingir o patamar verificado em algumas comunidades tradicionais no uso e manejo

ecologicamente correto dos recursos naturais”. Além disso, “há enorme diversidade de estudos, plantas, animais e sistemas ‘descobertos’, bastante adaptados a regiões específicas. O resgate sistemático deve ser feito por instituições públicas, com os objetivos declarados de divulgação e sistematização das bases estruturais das referidas tecnologias e sistemas”.

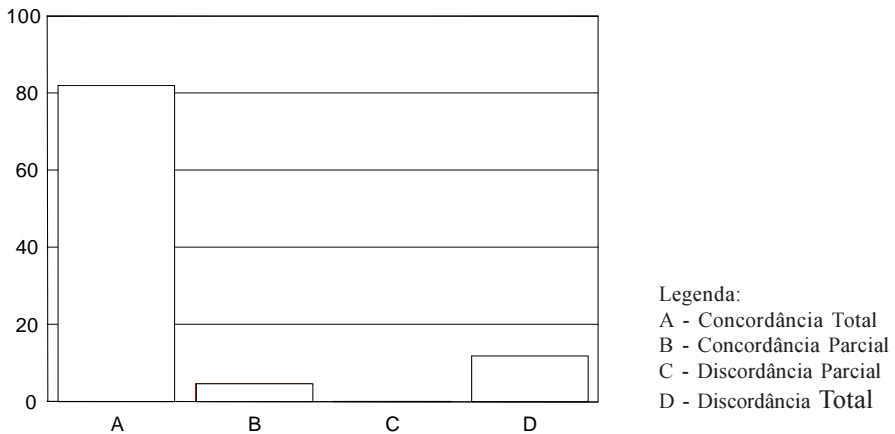


Figura 4 - Dedicção de recursos e incentivos da Embrapa ao resgate das tecnologias tradicionais.

A concordância, em alguns casos, diz respeito à busca de conhecimento sobre recursos florestais e até, mais especificamente, sobre a utilidade de algumas plantas. Neste caso, os respondentes estão mais interessados, ao que parece, no aspecto doméstico do emprego do conhecimento, do que no investimento econômico de bases propriamente sustentáveis. De acordo ainda com a alta produtividade que, segundo alguns dos painelistas afirmaram, as pequenas propriedades estão apresentando, é considerado como essencial o incentivo ao desenvolvimento de métodos tradicionais através de recursos públicos. Ressalta-se, nesse caso particular, a associação dita evidente entre a produtividade, a pequena propriedade e o emprego das técnicas tradicionais.

A atuação da Embrapa é colocada como ponto básico ao desenvolvimento de uma agricultura sustentável. Ela deverá atuar levando, às regiões menos desenvolvidas e com mais dificuldade de acesso às técnicas, os meios mais adequados de aproveitamento e adaptação das tecnologias tradicionais, promovendo o abandono dos métodos considerados predatórios e de degradação ambiental. Nesse sentido, foi considerado fundamental o apoio à agricultura ‘caipira’<sup>8</sup> e à pequena propriedade familiar, visando à adequação das tecnologias à cultura de cada região, como caminho para a busca das bases sustentáveis no que concerne à problemática da preservação ambiental.

## CONCLUSÕES, RELEVÂNCIAS E PERSPECTIVAS

Revedo o conjunto de respostas dos painelistas, fica evidente que o cenário por eles traçado para o futuro é basicamente otimista, mas de forma alguma imobilista. Acreditam que a informática, em seu pleno desenvolvimento, estará amplamente presente no âmbito do conhecimento agropecuário e ambiental, seja ele básico ou aplicado, e ajudará na utilização eficaz de eventuais técnicas tradicionais que, mediante a consecução da viabilidade econômica, possam ser resgatadas.

O conjunto de respostas acerca do desenvolvimento de tecnologias agrícolas demonstra convergências, dentre os aspectos mencionados, sobre os pontos primordiais. As convergências indicam principalmente que, nos próximos anos, a informática agropecuária ganhará um amplo desenvolvimento em decorrência do avanço da agricultura em suas mais variadas técnicas, desde a modelagem dos agrossistemas, o processamento digital de imagens, até a proteção dos recursos naturais. Tal desenvolvimento, associado à aplicação adequada de metodologias capazes de promover avaliação ambiental, econômica e social dos impactos produzidos, possibilitará que a produção, ou parte ponderável

---

<sup>8</sup> Um dos revisores anônimos objetou ao uso do termo “agricultura caipira” nesse contexto, por carregar “uma franca conotação pejorativa”. O termo foi escolhido pelos autores e apresentado aos painelistas no conjunto “Tecnologias Agropecuárias Tradicionais Provenientes dos Caipiras/Caboclos/Matutos e Indígenas”, com o sentido de exprimir a conotação de barreira cultural existente entre os valores, as tecnologias e as racionalidades específicas da agricultura tradicional das diferentes regiões brasileiras (caipiras no centro-sul, caboclos na Amazônia e matutos no Nordeste) e dos povos indígenas remanescentes, por um lado, e da agricultura convencional, por outro.

desta, seja conseguida de acordo com parâmetros de sustentabilidade, podendo garantir, dessa forma, bons resultados para a natureza e para a sociedade. Para tanto, será essencial que a pesquisa e as políticas de governo persigam este caminho e direcionamento.

Outro fator freqüentemente mencionado, que causará impacto interativo entre a agricultura e a informática, é a melhoria no processo de monitoramento das regiões produtoras, das metodologias adequadas à produção e às relações entre a natureza e a sociedade. Novamente se destaca a interdisciplinaridade como avanço esperado, aliada, sobretudo, à redução de custos e ao aumento da qualidade no setor produtivo - fatores considerados essenciais à sustentabilidade agrícola. A interdisciplinaridade tem um papel fundamental neste contexto, pois evidencia o caráter pluralista no emprego das técnicas agrícolas e na construção do conhecimento sistêmico e holístico da ciência. É perceptível, entre os painelistas, que a ênfase na preocupação com a degradação ambiental e as soluções apresentadas aos problemas se expande em formas e fórmulas não restritas apenas ao campo agrícola ou econômico, de modo que a visão acerca do futuro da agricultura brasileira mostrou-se nitidamente ampla e abrangente.

Em geral, foi possível destacar entre as técnicas de conhecimento sugeridas, a perspectiva de desenvolvimento da agricultura sustentável baseada em alternativas energéticas e a definição de novos critérios de mensuração dos impactos na produção (“produção perdida, uso de cálculo variacional hamiltoniano” etc.). Também mereceu destaque dos painelistas, a perspectiva de fortalecimento da agricultura familiar, tendo por base a quantificação de suas vantagens no uso da mão-de-obra, da energia e dos recursos não-renováveis, nas possibilidades de emprego, dado que se realize, para isso, reforma nos programas de incentivos governamentais, visando emprestar mais suporte a tal produção. A propriedade familiar e os pequenos produtores foram freqüentemente mencionados como elementos a serem incentivados pelo governo, o qual deve promover, além da popularização da informação, o acesso a recursos, não necessariamente financeiros, e a disseminação da educação para deter a utilização de técnicas consideradas negativamente impactantes no meio ambiente.

Os painelistas entenderam sua missão como sendo concernente ao monitoramento e à avaliação do impacto ambiental da agropecuária e escolheram as prioridades de acordo com este critério. Sob tal ponto de vista, não acharam,



por exemplo, que a biotecnologia, como campo de conhecimento, fosse um assunto que a pesquisa agropecuária brasileira devesse privilegiar. Contudo, a biotecnologia é claramente um instrumento imprescindível, a ser usado para que se consiga cumprir a lista de prioridades que eles apresentaram.

Este conjunto de mudanças previsto pelos painelistas para o futuro próximo, redundando em uma revolução tecnológica de largo alcance e que supõe enorme quantidade de mudanças complementares, pequenas e grandes, desde as bases científicas e tecnológicas da produção agropecuária até à organização da produção, do mercado e da sociedade. As informações obtidas neste estudo poderão ser, portanto, de valia para a formação de novos programas, para o encaminhamento de pesquisas e para a revisão de prioridades no âmbito da agricultura brasileira e, mais precisamente, nos aspectos referentes à sustentabilidade de sua produção.

O quadro dominante que fica desta exploração do futuro focaliza a necessidade de equacionar de modo novo as relações entre o homem e a natureza na agropecuária, sem, porém, abdicar de garantir a sobrevivência das multidões que, queiramos ou não, já são parte do cenário de abertura do próximo século. Este *conservadorismo intensamente reformista*, embora possa parecer mais fácil a um exame superficial, de fato requer respostas profundas, complexas e criativas, da parte da tecnologia agropecuária, da ciência e da pesquisa, e dos arranjos sociais, econômicos e políticos que as irão sustentar.

Na questão das perspectivas e prioridades de conhecimento básico e aplicado, os painelistas apresentaram opiniões não conflitantes e, em sua maioria, otimistas. Mas, no que se refere ao resgate de tecnologias tradicionais, a divergência ganhou espaço considerável. Em síntese, é possível perceber que, se o resgate de tecnologias agropecuárias tradicionais é importante como forma de evitar a degradação ambiental e como registro histórico, por outro lado, tais tecnologias são criticadas como forma de regressão no tempo e, mais ainda, são consideradas por um certo número de painelistas como altamente predatórias e incapazes de oferecer competitividade crescente ao mercado. Apesar da divergência, é importante ressaltar que, no período atual de industrialização avançada e na era da globalização, o tradicional, ou, mais precisamente, alguns aspectos das tecnologias tradicionais, ainda são colocados como opção e solução de problemas enfrentados pela agricultura brasileira. Assim, é importante que se distingam as conseqüências positivas e negativas de sua utilização, a fim de

lembrar, não só seu caráter histórico e sua aplicação eficaz pelas gerações anteriores, como também os fatores de degradação ambiental que causaram e podem continuar a causar. Como consequência, será possível conquistar nichos de mercado, crescentes em todo o mundo desenvolvido, para produtos e processos agropecuários alternativos.

O conjunto de respostas indica também que a idéia de produção agropecuária baseada no avanço da informática e das diversas áreas de conhecimento sugeridas, não descarta a possibilidade de resgate das técnicas tradicionais dos caipiras/caboclos/matutos e indígenas. Ressalta-se, entretanto, que, mesmo com a eventualidade desse resgate, a questão dos impactos ambientais é colocada como inerente ao processo. É importante enfatizar que, tanto os que são discordantes do conjunto maior de painelistas, por considerarem o tradicional como algo predatório e, portanto, impraticável no âmbito da sociedade moderna, como os que acham o resgate do tradicional um caminho viável, a preocupação com os impactos socioambientais é evidente e preponderante. As técnicas tradicionais que porventura puderem ser reutilizadas no contexto da agricultura convencional deverão sofrer necessariamente uma nova modelagem, cujo objetivo será reforçar nelas o cunho de sustentabilidade tanto do ponto de vista ambiental como econômico e social.

## REFERÊNCIAS

- CANUTO, J.C; SILVEIRA, M. A. da; MARQUES, J. F. Sentido da agricultura para o futuro da agroecologia. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, v.5, n. 9, p. 57-63, jul./dez. 1994.
- CASTRO, A. M. G.; LIMA, S. M. V.; GOEDERT, W. J.; FREITAS FILHO, A.; VASCONCELOS, J. R. P. **Cadeias produtivas e sistemas naturais: prospecção tecnológica**. Brasília: Embrapa-SPI, 1998.
- CONTINI, E.; AVILA, A. F. D. e SPUZA, F. B.: Prioridades na pesquisa científica: uma proposta metodológica. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v.15, n.1, p.9-28, 1998.
- DOWNES, G. **The Delphi Technique: views, reviews, critiques and visions**. A study into the future of UK Energy. Brighton UK : University of Sussex, 1991. 234 p. Tese de mestrado.

- EMBRAPA (Brasília, DF). **III Plano Diretor da Embrapa: realinhamento estratégico**. Brasília: Embrapa, 1998.
- HASSANEIN, N.; KLOPPENBURG JR., J. Where the grass grows again: knowledge exchange in the sustainable agriculture movement. **Rural Sociology**, v.60, n.4, p.721-740, 1995.
- HILL, K.Q.; FOWLES, J. The methodological worth of the Delphi forecasting technique. **Technological Forecasting and Social Change**, p. 179-192, 1975.
- KITAMURA, P. C. **A Amazônia e o desenvolvimento sustentável**. Brasília: Embrapa, 1994.
- LAL, R. **Methods and guidelines for assessing sustainable use of soil and water resources in the tropics**. Columbus: The Ohio State University - Department of Agronomy, 1994. 77p. (SMSS Technical Monograph, 21).
- LUIZ, A. J. B.; SILVEIRA, M. A. da: **Aplicação do diagnóstico rápido e dialogado em estudos de desenvolvimento rural sustentável**. [s.l: s.n, 199-]. (No prelo).
- MARINHO, D. N. C.; QUIRINO, T. R. Considerações sobre o estudo do futuro. **Sociedade e Estado**, v.10, n.1, p.13-47, 1995.
- MUSSOI, E. M. Agricultura familiar...agricultura “insuficiente”? **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.10, n.3, p.199, 1997.
- PINHEIRO, S. L. G. O papel do enfoque sistêmico nas ações de pesquisa e extensão rural voltadas a agricultura familiar. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 5, n. 4, p. 19-21, dez, 1992.
- PORTUGAL A. D. A importância estratégica da prospecção tecnológica para o SNPA. In: CASTRO, A. M. G.; LIMA, S. M. V.; GOEDERT, W. S.; FREITAS-FILHO, A. de.;VASCONCELOS, J. R. P., ed. **Cadeias produtivas e sistemas naturais: prospecção tecnológica**.Brasília: Embrapa-SPI, 1998. p.9-19.
- QUIRINO, T. R. Agricultura e meio ambiente: tendências. In: SILVEIRA, M. A; VILELA, S.L.O., ed. **Globalização e sustentabilidade da agricultura**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1998. p.109-138.
- QUIRINO, T. R.; IRIAS L. J. M. Globalização, agricultura e degradação ambiental no Brasil: perspectivas para a pesquisa e para políticas agropecuárias. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v.15, n.1, p.89-120, 1998.

- QURINO, T. R.; RODRIGUES, G. S.; IRIAS, L. J. M. Ambiente, sustentabilidade e pesquisa: tendências da agricultura brasileira até 2005. **Pesquisa em Andamento**, v.2 (julho), p.1-21, 1997.
- PIORE M.; SABEL, C. **The second industrial divide**. Nova York: Basic Books, 1985.
- TWISS, B.C. **Forecasting for technologists and engineers**. Londres: Peregrinus, 1992.
- UNWCED. United Nations World Commission on Environment and Development. **Our common future**. New York: Oxford University Press, 1987.
- WRIGHT, J. T. C. Delphi - uma técnica útil para o planejamento? In: ENCONTRO BRASILEIRO DE PLANEJAMENTO EMPRESARIAL 3, 1985, São Paulo, **Anais....**
- ZIGLIO, E. The Delphi method and its contribution to decision-making. In: ADLER, M.; ZIGLIO, E., ed.). **Gazing into the oracle**. Londres: Jessica Kingsley, 1996.