

TCC/UNICAMP  
D621a  
IE/1264

Universidade Estadual de Campinas  
Instituto de Economia  
Núcleo de Economia Agrícola



1290001264



IE

TCC/UNICAMP D621a



UNICAMP

**Avaliação Econômica de Projetos de Pesquisa Pública:  
Subsídios Metodológicos para a Avaliação Econômica  
Relatório Final de Monografia**

Aluno: Felipe César Dias Diógenes

Orientador: José Maria Ferreira Jardim da Silveira

Campinas, novembro de 2003

**CEDOC/IE**

<b><u>1. INTRODUÇÃO</u></b> .....	<b>4</b>
<b><u>2. OS PROGRAMAS TECNOLÓGICOS DO IAC</u></b> .....	<b>6</b>
Programa de Melhoramento Genético da Cana-de Açúcar do IAC (Procana).....	6
Programa de Produção de Borbulhas e Mudas Sadias de Citros.....	8
<b><u>3. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS DA PESQUISA CORRENTEMENTE UTILIZADOS</u></b> .....	<b>11</b>
3.1 Métodos de avaliação ex-post utilizados do tipo mainstream.....	11
3.2 Contribuições Recentes: O estudo de Avaliação da Embrapa.....	12
<b><u>4. UM RESUMO DA METODOLOGIA GERAL DO ESTUDO E SUAS IMPLICAÇÕES PARA A CONSTRUÇÃO DOS INDICADORES DE IMPACTO ECONÔMICO</u></b> .....	<b>14</b>
4.1 O método de análise multicritério.....	14
a) métodos de apoio à decisão multicritério mais utilizados.....	16
b) a metodologia ESAC.....	17
4.2 Definição dos aspectos formais do modelo.....	19
4.2.1 Equações e definição da terminologia.....	20
4.2.2 A escolha dos valores representativos.....	25
4.2.3 Indicadores de qualidade das medidas de impacto.....	28
<b><u>5. COMPONENTES BÁSICOS DA DIMENSÃO ECONÔMICA</u></b> .....	<b>30</b>
5.1 Variações na produtividade.....	31
5.1.1 Efeito custo preço.....	31
5.1.2 Efeito qualidade.....	37
5.1.3 Efeito risco.....	38
5.2 Alteração Estrutural.....	38
5.2.1 Escala mínima requerida.....	39
5.2.2 Concentração de mercado.....	40
5.2.3 Concorrência potencial e inovação.....	41
5.2.4 Apropriabilidade.....	41
5.3 Custos de transação.....	42
5.3.1 Natureza dos custos de transação.....	43
5.3.2 Especificidade de Ativos.....	44
5.3.3 Dependência de mercado.....	45
5.3.4 Nível de contratualização.....	45
5.3.5 Mensurando a especificidade dos ativos.....	46
<b><u>6. RESULTADOS DA AVALIAÇÃO - DIMENSÃO ECONÔMICA</u></b> .....	<b>46</b>
6.1 Procana.....	48

6.2 Programa Citros.....	54
<b><u>7. CONCLUSÃO</u></b> .....	<b>59</b>
<b><u>8. QUESTIONÁRIO - ANEXO</u></b> .....	<b>61</b>
<b><u>9. DEFINIÇÃO DA AMOSTRA - ANEXO</u></b> .....	<b>66</b>
<b><u>10. BIBLIOGRAFIA</u></b> .....	<b>69</b>

# 1. Introdução

Nos últimos anos, as instituições públicas de pesquisa têm passado por transformações significativas, que abrangem desde impactos da emergência da terceira revolução industrial até novas formas de organização e gestão decorrentes de mudanças nas relações com o Estado, com o setor produtivo e com os demais atores envolvidos no processo inovativo. Em suma, com todos aqueles que são atores ativos e passivos do processo de inovação.

Com o pano de fundo da crise política e financeira do Estado e com uma necessidade crescente de informações sobre a relação entre instituições de pesquisa e seu rendimento sócio-econômico, têm sido muitas as demandas para a reorientação política e organizacional dessas instituições. Em poucas palavras, as instituições públicas de pesquisa têm procurado novos meios e recuperar, ou de criar uma nova legitimidade social.

Um dos principais elementos dessa nova *accountability* diz respeito aos processos de avaliação. O presente trabalho se refere ao desenvolvimento de mecanismos de avaliação dos resultados de programas tecnológicos.

A organização dos investimentos em pesquisa e inovação passa, necessariamente, pela adoção desses instrumentos. Os mecanismos de avaliação são, ao mesmo tempo, mecanismos de auxílio aos *policy makers* e de legitimação social. A sociedade quer ter certeza de que o dinheiro dos seus impostos está gerando o maior retorno possível em termos de desenvolvimento sócio-econômico.

Esta monografia foi baseada no trabalho desenvolvido no âmbito de iniciação científica Fapesp no Grupo de Estudos da Organização da Pesquisa e Inovação(GEOPI), do instituto de Geociências da Unicamp, no período entre outubro de 2001 e maio de 2003. A pesquisa desenvolvida nesse ínterim foi auxiliar a um projeto de escopo maior que a IC. O projeto Políticas Públicas para a Inovação Tecnológica na Agricultura do Estado de São Paulo: Métodos para a Avaliação de impactos de Pesquisa foi financiado pela FAPESP consiste na elaboração de uma metodologia para avaliação de impactos da pesquisa: a metodologia ESAC.

Tal metodologia representa uma tentativa de fazer dialogar 4 dimensões de impacto: econômica, social, ambiental e de capacitação. O instrumental utilizado é o da análise

multicritério, um mecanismo originariamente utilizado como um método de apoio a decisão, mas adaptado para avaliar impactos de pesquisa. Ela se contrapõe a análises do tipo de quantificação do ganho de excedente devido a inovação, onde somente os aspectos econômicos são considerados, e ao enfoque econométrico de funções de produção, que trabalham a nível agregado. O seu objetivo é ser uma metodologia de aplicação rápida e barata, atuando no monitoramento contínuo de programas de pesquisa.

O seu objeto de estudo se situa no nível mais desagregado da atividade de pesquisa. Não se trata de avaliar grandes decisões, como investir ou não em pesquisa agrícola, mas determinar se o entorno sócio-econômico-ambiental de determinado programa de pesquisa é positivo ou negativo. Auxiliando, então, no nível das decisões de gestão de programas e de escolha de incentivos por parte dos *policy makers*.

A metodologia ESAC amplia o enfoque de dimensões de impacto avaliadas, trazendo a tona fatores como sociais, ambientais e de capacitação. Nos componentes de nível hierárquico inferior das dimensões, sua análise também procura manter um enfoque amplo. Mesmo dentro da dimensão econômica da metodologia ESAC, outros aspectos do processo econômico complementam a análise variação da produtividade, critério da maioria das pesquisas no tema, tais como: alteração de estrutura de mercado e custos de transação.

A utilização de quatro dimensões para capturar impacto amplifica o espectro de impactos avaliados e permite estabelecer *trade-offs* entre as dimensões, e entre os componentes internamente às dimensões. Uma tecnologia poderia propiciar um ganho de produtividade enorme, mas poderia precarizar as relações de trabalho, infligir danos ambientais, e conferir poder de monopólio a uma determinada empresa.

O trabalho está estruturado da seguinte forma: inicialmente apresentamos os programas avaliados pela metodologia em caráter experimental. Ambos pertencem ao Instituto Agrônomo de Campinas, instituição parceira no projeto de construção da metodologia ESAC.

É feita uma breve revisão dos métodos de avaliação da pesquisa mais correntemente utilizados, assim como uma crítica de seus aspectos limitantes. Ainda, é discutida uma contribuição recente ao tema: a metodologia de avaliação desenvolvida pela EMBRAPA.

A metodologia geral do estudo é apresentada inicialmente com uma introdução aos requisitos da análise multicritério. Segue-se a metodologia ESAC, assim como a definição dos aspectos formais do modelo.

Os componentes básicos da dimensão econômica, ao qual esse trabalho se limitou, são apresentados levando em conta tanto sua instrumentalização efetiva na coleta de dados, como através de sugestões para outras abordagens posteriormente. Devido a problemas de operacionalização da coleta de informações, medidas quantitativas não puderam ser empregadas na avaliação. Entretanto, ficam sugeridos caminhos a serem perseguidos, e modos pelos quais essas medidas quantitativas podem ser integradas a metodologia.

Realizamos então a análise dos dados obtidos pelo autor através de pesquisa de campo, em ambos os programas avaliados. Nesse processo procurou-se demonstrar as possibilidades de reflexão disponíveis na metodologia.

Durante a conclusão, examinamos os limites e falhas da metodologia e de sua operacionalização, e fazemos um balanço acerca de quão próximo chegou de seus objetivos iniciais

Finalmente, é apresentado em um anexo o instrumento de coleta de dados, o questionário empregado.

## **2. OS PROGRAMAS TECNOLÓGICOS DO IAC**

Neste item são apresentados e discutidos os dois Programas Tecnológicos da área agrícola que serviram para a aplicação da metodologia. São eles: o Procana (Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-Açúcar) e o Programa Citros (Programa de Produção de Borbulhas e Mudanças Sadias de Citros), ambos do Instituto Agrônomo (IAC). As informações a seguir foram extraídas de Geopi(2003).

### *Programa de Melhoramento Genético da Cana-de Açúcar do IAC (Procana)*

A atividade canavieira do Brasil é responsável por cerca de um milhão de empregos diretos, 511 mil apenas na produção de cana-de-açúcar. O restante está distribuído na

agroindústria de açúcar e álcool. O Estado de São Paulo sozinho reúne 400 mil empregos diretos do setor.

O agronegócio brasileiro é responsável por 20,6% do Produto Interno Bruto – PIB brasileiro e gera 14% dos empregos totais do País. Aqui, destaca-se o agronegócio da cana-de-açúcar, que reúne 6% dos empregos agroindustriais brasileiros e é responsável por 35% do PIB e do emprego rural do Estado de São Paulo.

A atividade canavieira, é portanto, um tema de relevância social e econômica a ser avaliado. Dado que o dinamismo do setor se assenta em ganhos de produtividade, parcialmente financiados com a pesquisa pública, é um candidato ideal para o emprego da metodologia de avaliação de impactos.

No final dos anos oitenta e início dos anos noventa, surgiu o Procana. A criação deste programa foi resultado de vários fatores. Ele é fruto, por um lado, de uma reorganização institucional do IAC e uma vontade interna de revitalizar a pesquisa em cana-de-açúcar no início da década de 1990 e, por outro lado, de uma demanda por parte dos usuários “puxando” a criação de um programa de cooperação para o desenvolvimento de novas variedades. Como resultado, em outubro de 1994, se efetivou o PROCANA - um convênio de cooperação entre o IAC, as empresas da agroindústria do açúcar e do álcool e a Fundação de Apoio à Pesquisa Agrícola (FUNDAG).

O programa integra em suas atividades várias áreas da pesquisa sobre cana-de-açúcar, portanto, é multidisciplinar. O projeto principal é o de melhoramento genético visando a obtenção de cultivares de cana-de-açúcar mais produtivos, com maior riqueza em açúcar e com adicionalidades que proporcionem vantagem econômica, tais como facilidade para mecanização da produção e melhora do nível de fibra.

Segundo dados da Única (União da Agroindústria canavieira de São Paulo), estima-se que existem cerca de 120 usinas e destilarias no Estado de São Paulo, onde foram processadas 176 milhões de toneladas de cana na safra 2001/2002. Destas 120 usinas, 28 são conveniadas ao Procana.

Além do programa de melhoramento genético propriamente dito, dois programas podem ser classificados como *Spinoffs* do programa, e foram avaliados conjuntamente. Ou seja, o impacto específico ao programa PROCANA leva em consideração também estes programas:

- **AMBICANA:** serviço de caracterização dos ambientes de produção que passou a ser oferecido pelo Procana às usinas.
- **SANICANA:** serviço oferecido pelo Procana que ensina as usinas a manejarem corretamente as pragas e os nematóides da sua cultura.

### *Programa de Produção de Borbulhas e Mudas Sadias de Citros*

Concebido e executado pelo Centro APTA Citros "Sylvio Moreira", do Instituto Agrônomo (IAC),<sup>1</sup> o Programa estruturou-se a partir de uma densa rede de pesquisa entre os principais atores da cadeia inovativa de citros. Na verdade, a articulação existente entre o setor produtivo e a pesquisa (pública e privada) voltada à citricultura em São Paulo, arranjo comum nessas culturas, é um dos principais aspectos que vêm permitindo a este setor superar vários problemas de ordem fitossanitária e também alcançar uma posição privilegiada no mercado internacional, visto que a receita da exportação de suco concentrado oscila em torno de US\$ 1 bilhão/ano, enquanto a receita total do agronegócio se aproxima de US\$ 4 bilhões/ano. Ao mesmo tempo, o setor responde pela geração de 400 mil empregos diretos e há expectativas que esse número possa ser elevado a 1 milhão, se considerados os empregos indiretos.

Embora se deva reconhecer a existência de conflitos e tensões entre os atores da cadeia citrícola, talvez presentes de forma mais perceptível na relação entre os produtores de citros e a indústria processadora – conflitos estes que têm estimulado muitas indústrias a verticalizar suas atividades a montante, formando seus próprios pomares – os maiores problemas enfrentados pela citricultura se associam à questão da fitossanidade porque, mais do que o maior poder de barganha e perspectivas de ganho de um dos segmentos da cadeia produtiva, as fitopatologias representam uma ameaça à própria continuidade desta atividade agroindustrial. A importância histórica que as questões fitossanitárias apresentam no cotidiano da cadeia citrícola pode ser observada pela implantação, já em 1969, de um Programa de Registro de Matrizes do Estado de São Paulo, que visava à produção de material de valor genético de melhor qualidade.

---

<sup>1</sup> No início dos anos 2000, o Centro de Citricultura Sylvio Moreira passa a chamar-se Centro APTA Citros "Sylvio Moreira" - IAC, seguindo uma reestruturação na organização dos centros de pesquisa agrícola no ESP.

De forma análoga, a Secretaria da Agricultura instituiu, em 1989, o Programa Técnico Estadual para a Produção de Borbulhas Certificadas de Citros. O sistema, que consiste na produção de mudas de viveiro multiplicadoras de borbulhas, permite a produção de material mais uniforme, sadio e vigoroso, em menos tempo, com a redução de custos e riscos.

A Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo (SAA), por meio de sua Comissão Técnica de Citricultura (CTC) e da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI) instituíram, através da Resolução SAA nº 5, datada de 06/02/1998, o novo programa de plantas matrizes de citros. Por tal Resolução, o Centro APTA Citros seria o responsável pela manutenção das plantas matrizes e básicas, e conseqüentemente também responsável pela oferta das borbulhas sadias que deveriam ser utilizadas na produção de mudas isentas de contaminação.

Entretanto, vale lembrar que essa prática tomou vulgo com a vigência da Portaria 3, do Centro de Defesa Sanitária Vegetal, datada de 02-09-1999, que institui, a partir de 1º de Janeiro de 2003, a proibição, em todo o território de São Paulo, “do comércio e transportes de porta-enxertos e de mudas cítricas produzidas sem proteção anti-afídica”. Em outras palavras, tornou obrigatória a utilização de mudas teladas.

Entre os anos de 1997 a 2001, os números relativos a viveiros abertos e viveiros telados variou na proporção de 1.550 (v. abertos) x 6 (v. telados) para o primeiro ano, até 907 x 195 para 2001, o total caindo de 1.556 para 1.102 (Fundecitrus, 2002). Em janeiro de 2003, quando começou a vigorar a proibição de viveiros abertos, havia mais viveiros telados que abertos, numa tendência cada vez maior de fechamento de viveiros abertos, como pode ser visto no Quadro abaixo. A área de produção telada atualmente é de mais de 580 mil m<sup>2</sup>. Era previsível a concentração do número de viveiristas com a proibição da produção de mudas em céu aberto, dado a maior utilização de capital e as economias de escala envolvidas na produção. Essa vem realmente ocorrendo e não deixa de impressionar, pois a redução é de quase um mil a menos em apenas 6 anos, sendo que até o ano de 2001 havia mais de mil unidades produzindo mudas e atualmente elas são menos de 600.

Quadro 1: Número de viveiros abertos e telados no ESP, 2002 E 2003

ano	aberto	telado	Total
1997	1.550	6	1.556
1998	972	22	994
1999	1.794	165	1.959
2000	1.688	162	1.850
2001	907	195	1.102
<b>2002</b>			
fev	790	207	997
mar	760	224	984
abr	698	224	922
mai	653	289	942
jun	645	298	934
jul	625	311	936
ago	582	311	893
set	548	358	906
out	495	378	853
nov	451	378	829
dez	414	378	792
<b>2003</b>			
jan	269	396	638
fev	233	396	629
mar	189	424	613
abr	79	424	503

Fonte: homepage Fundecitrus (site visitado em abril de 2003)

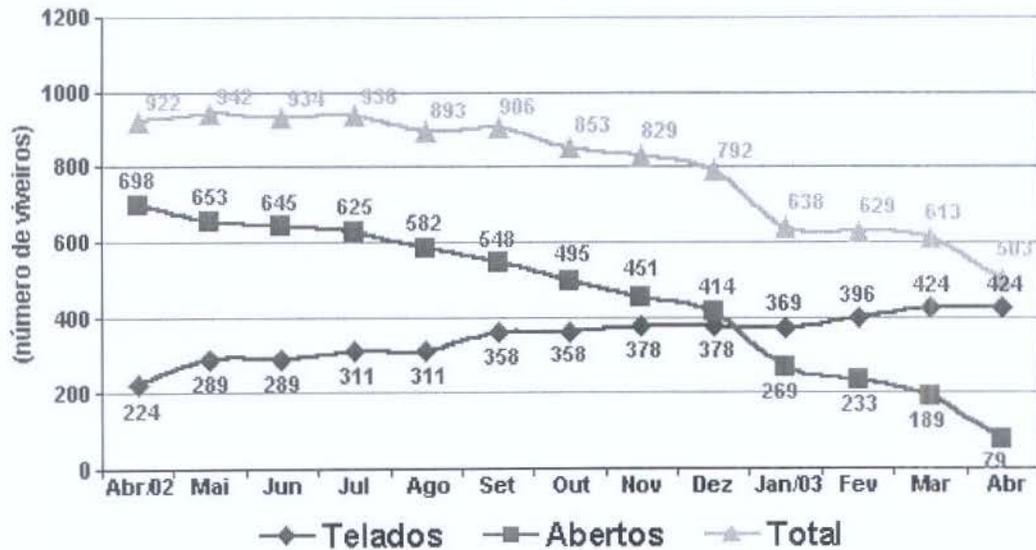


Gráfico 1: Evolução do Número de Viveiros Abertos e Telados – Abril de 2002 a Abril de 2003.

### **3. Métodos de avaliação de impactos da pesquisa correntemente utilizados**

#### *3.1 Métodos de avaliação ex-post utilizados do tipo mainstream*

A maior parte dos trabalhos feitos sobre avaliação de impactos da pesquisa é de natureza estritamente econômica. Embora muitos deles se auto-intitulem estudos sócio-econômicos, o lado dos impactos sociais não é diretamente analisado, a não ser por meio de *proxys*.

Em sua essência, tais estudos procuravam (e ainda procuram) identificar a criação de excedentes para o produtor e para o consumidor, resultantes da introdução de uma determinada tecnologia, e isso é revelador da dificuldade de sua aplicação a programas mais amplos e complexos, que influenciem variáveis como estrutura de mercado, ou custos de transação.

O impacto da introdução do milho híbrido nas lavouras americanas foi um dos mais estudados durante os anos 60 (Geopi, 2002). Trata-se de estudos que se baseiam em dois tipos essenciais de informação: o tamanho do mercado (inicial) e o quanto a tecnologia economiza de custos por unidade de produção. Com isto (e com os coeficientes de elasticidade-preço da oferta e da demanda do produto avaliado), chega-se aos benefícios de queda de custo para o produtor e de preço para o consumidor, avaliando-se então os ganhos monetários (a soma dos benefícios) obtidos com a introdução de uma tecnologia (normalmente uma variedade mais produtiva).

Ávila *et alii* (1998) e também David e Hall (1999) apontam outro método muito comum de avaliação de impacto econômico, denominado “enfoque econométrico”. Diferentemente do enfoque anterior, fundamentado no princípio da geração de excedente, o enfoque econométrico baseia-se na agregação de funções de produção, as chamadas meta-funções de produção, com as quais se constroem modelos que contemplam a ação conjunta de muitas variáveis no crescimento do produto e conseqüentemente das taxas marginais de retorno.

A análise custo/benefício do investimento em pesquisa visa captar diretamente o efeito do ganho de produtividade sobre a atividade econômica. Normalmente toma-se como pressuposto que os preços permanecem constantes no período de análise, atribuindo-se ao efeito da inovação a redução de custos dos bens envolvidos. Também, por simplificação é freqüente se supor oferta inelástica e demanda infinitamente elástica dos bens (Ávila, 2001). Apesar do viés que pode ser introduzido por esses pressupostos, a avaliação pode dar claras indicações de efeitos positivos ou negativos.

A suposta capacidade do processo de “valoração” de gerar um valor que compute e sintetize os diferentes tipos de impacto apresenta como desvantagem a redução das dimensões à dimensão econômica. Há também problema relativo à taxa de desconto utilizada. Utilizar uma taxa de juros de mercado é tornar o processo de avaliação de benefícios excessivamente sensível à política macroeconômica. Isso geraria aberrações como decisões de investimento em pesquisa de curto ou longo prazo sendo pautadas por mudanças da liquidez internacional.

### *3.2 Contribuições Recentes: O estudo de Avaliação da Embrapa*

Equipes que realizam trabalhos semelhantes no Brasil, como Araújo *et al.* (2002) e Ávila (2001), deram contribuições que confirmam muitas das escolhas metodológicas que guiaram a própria construção de indicadores econômicos e a estrutura da árvore de impactos econômicos que discutiremos neste relatório.

O estudo “Avaliação dos Impactos Econômicos, Sociais e Ambientais da Pesquisa da Embrapa: metodologia de referência”, organizado por Ávila (2001), trata separadamente a avaliação do impacto econômico das avaliações do impacto ambiental e social. Cada dimensão vem sendo tratada com metodologias distintas. A avaliação econômica utiliza o levantamento de custos e a medição do excedente gerado pelo impacto da tecnologia avaliada, segundo a metodologia proposta por Alston, Norton & Pardey (1995).

Todavia, Ávila (2001) dá pistas importantes sobre como os indicadores podem ser reunidos para a avaliação da parte econômica. No subitem sobre aspectos operacionais (Ávila,

2001:12), o estudo separa a avaliação econômica em três partes: a) Estimativa de Benefícios; b) Atribuição de Benefícios; c) Atribuição de Custos.

A Estimativa de Benefícios é dividida em estimativa da produção, em que são utilizados dados experimentais (segundo o local e ano) e avaliações confirmatórias que fornecem a avaliação de ganhos de produção regionais e também uma tentativa de mensurar níveis de adoção, em que são combinados dados de área, de produção e a opinião de especialistas. Tem-se em cada região um indicador de adoção tecnológica por área/ano em cada região. A combinação de ganhos de produção com o indicador de adoção fornecem a base para mensurar o impacto da tecnologia por região.

Resta então a discussão sobre a agregação das regiões: dada a estrutura com grande cobertura sobre a área de impacto da tecnologia, dividida em regiões, como levar em conta a importância regional do impacto é uma questão importante, tratada no trabalho.

Muitos elementos que compõe esta metodologia foram incorporados nos avanços metodológicos realizados no segundo semestre de 2002, conforme será visto mais a frente.

A Atribuição de Benefícios apresenta vários pontos de contato com a metodologia desenvolvida pela pesquisa, ainda que a estrutura seja diferente e também o objetivo seja restrito à avaliação econômica. Preocupa-se em verificar a “origem da tecnologia”, usando uma terminologia típica do “melhoramento genético de plantas”. A partir da verificação do *pedigree* da tecnologia, regras de atribuição são aplicadas. A idéia é evitar que se atribua a uma determinada tecnologia, associada a um certo esforço de pesquisa (que obviamente implicou certos custos), impactos que se originaram de outros programas e de tecnologias afins ou mesmo uma tecnologia precursora (principalmente quando a inovação é incremental). O método procura discriminar a origem da tecnologia segundo seu *pedigree* e a partir disto descontar a contribuição de outras instituições de pesquisa do impacto da cultivar. Nos casos em que este tipo de critério não possa ser utilizado, usa-se a avaliação subjetiva de especialistas. O texto, todavia, não detalha como a avaliação subjetiva se incorpora na análise do cálculo do benefício da tecnologia.

A Atribuição de Custos é o procedimento mais simples, resultando em uma estimativa dos custos de pesquisa que computa custos de pessoal de um lado e custeio mais capital de outro.

As medidas obtidas supostamente têm o poder de gerar análises comparativas com outras tecnologias. Este é um ponto importante de distinção do trabalho de Ávila (2001) em relação ao estudo que de metodologia que está sendo feito pelo GEOPI (2002) e que orienta a presente investigação. O presente estudo analisa programas de pesquisa e não tecnologias. Deste ponto de vista, a comparabilidade com outros estudos é menos importante que a análise contribuição de cada um dos componentes da ESAC ao resultado final, dente eles, o impacto econômico. Todavia, os indicadores que estão sendo levantados permitem de alguma forma o diálogo entre programas, um diálogo baseado no resultado de cada uma das dimensões e no conhecimento de *benchmarks*, como por exemplo, ganho de produtividade por hectare para a cultura *x*.

Em geral as medidas comparativas referem-se: a) aos benefícios totais (certas tecnologias geram mais benefícios que outras); b) retorno dos investimentos (*idem*); c) distribuição de benefícios (algumas tecnologias tem grande impacto em certas regiões, por exemplo, de terras mais férteis; certas tecnologias exigem maior capital de entrada, beneficiam portanto grupos mais capitalizados de agricultores ou favorecem a agro-industrialização produto)

A oportunidade de dialogar com o grupo da Embrapa foi de enorme importância não só para a pesquisa em geral, mas para o redesenho da árvore de critérios da dimensão econômica e de seus componentes, os indicadores de impactos.

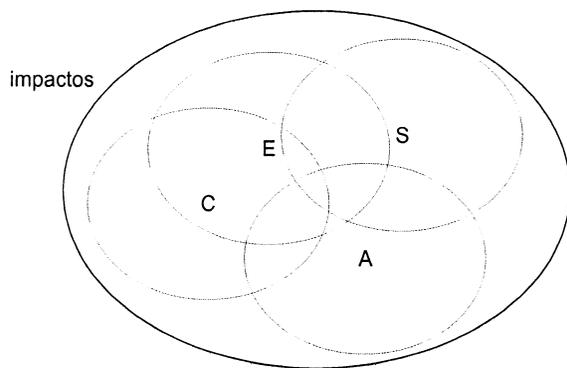
## **4. Um resumo da Metodologia Geral do Estudo e suas implicações para a construção dos Indicadores de Impacto Econômico**

### **4.1 O método de análise multicritério**

A análise multicritério consiste na segmentação da análise de uma determinada decisão por meio da decomposição dos aspectos dessa decisão em critérios. Por sua vez, esses critérios são subdivididos em seus aspectos mais essenciais, até que se chegue a um nível de análise suficientemente desagregado. Nesse nível mais desagregado, denominado

componente básico, são feitas medidas e o resultado é agregado nível a nível da árvore de modo a que se chegue a um determinado resultado que equivalha a um *valor* dessa decisão, que não tem sentido em si, mas somente quando comparado ao resultado da avaliação de outras decisões por meio da mesma estrutura de métodos de apoio à decisão multicritério.

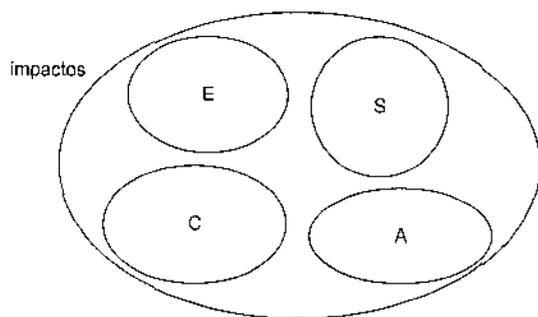
O resultado final da definição dos critérios, em uma configuração ideal, deve obedecer 3 condições, que na, verdade, indicam de que modo a realidade deve ser simplificada para ser apreendida pelo método multicritério. De modo esquemático, temos que a realidade pode ser representada da seguinte forma:



**Figura 1: Realidade completa.**

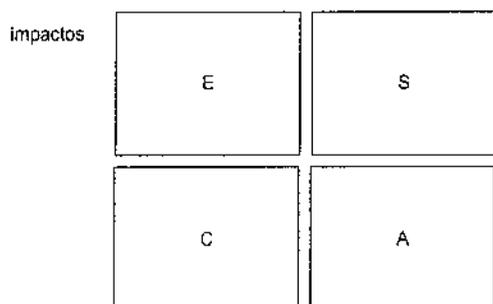
Vemos que há uma superposição e múltipla causalidade das dimensões entre si. As condições de simplificação da realidade que devem ser atendidas são:

- Não redundância: os critérios devem ser delimitados de um modo em que não haja superposição entre eles. Caso contrário, poderíamos chegar a um resultado que não-intencionalmente supervalorizasse um determinado aspecto do problema. A interdependência entre critérios pode ser considerada um tipo de superposição (Zackiewicz, 2000). De modo esquemático, temos:



**Figura 2: Dimensões analisadas.**

Exaustividade: os critérios devem abarcar todas as particularidades relevantes do problema. Novamente, temos:



**Figura 3: Síntese das medidas de impactos.**

- Coesão: os critérios devem ser homogêneos - ou seja, as funções de medição associadas a ele (quantitativas ou qualitativas) devem ter um bom poder discriminante.

### **a) métodos de apoio à decisão multicritério mais utilizados**

Há dois métodos mais utilizados para se fazer a agregação dos critérios, ou de identificar variação nas medições (Zackiewicz, 2001). O primeiro dos métodos é o AHP (Analytic Hierarchic Process), da escola americana.

O método *AHP* constitui-se na elaboração de uma árvore de critérios e subcritérios – no nível mais baixo encontram-se os N indicadores nos quais se estará baseada, em última análise, a avaliação. Os critérios de cada nível da árvore serão ponderados por especialistas,

após discussões sobre a importância relativa de cada subcritério em cada braço da árvore. O método *AHP* tem em sua formulação uma noção de função utilidade aditiva de tal forma:

$$U(\text{Inovação}) = \sum_i A_i C_i, \text{ onde } C_i \text{ indica o critério e } A_i \text{ o peso dado ao critério. E}$$

ainda:

$$C_i = \sum_j A_{ij} C_{ij}, \text{ onde } C_{ij} \text{ é o } j\text{-ésimo subcritério do } i\text{-ésimo critério e } A_{ij} \text{ sua}$$

respectiva ponderação. E assim sucessivamente para os demais níveis da árvore.

O segundo método representa a família de métodos do tipo *Electre*, que consideram todas as equações dos critérios simultaneamente numa grande matriz de desempenho que levam em conta todos os K aspectos de impacto a serem analisados. Ao invés de uma análise hierárquica, o *Electre* agrega as preferências sob a forma de relações entre os critérios e os dados que podem indicar diferentes níveis de superação até o máximo que é a obtenção da alternativa dominante. Comparam-se situações sob relações de dominância (que remetem às relações de preferência entre os critérios). O processo de criação e ponderação dos critérios é desenvolvido e revisado à medida que as características do problema tornam-se mais claras.

## **b) a metodologia ESAC**

A metodologia ESAC, desenvolvida pelo grupo GEOPI/DPCT, tem o seguinte propósito: integrar, sob a mesma estrutura de avaliação, diferentes dimensões sob as quais os impactos da inovação podem se dar. Desse modo, é possível perceber os *trade-offs* de uma determinada tecnologia dentro das diferentes dimensões e entre as dimensões. Ela busca avaliar os impactos da inovação no campo econômico, social, ambiental e de capacitação.

A metodologia ESAC não trata de analisar decisões. A aplicação dos métodos de apoio à decisão multicritério é adaptada para a captação de impactos de uma inovação (GEOPI, 2000). Essa adaptação se dá da seguinte forma - os critérios e subcritérios são definidos de modo a captar uma gama de características em que uma inovação poderá ter efeito, no caso estudado, sobre as quatro dimensões ESAC. O método, então, é aplicado em dois momentos: imediatamente antes da inovação entrar no mercado e após um *lag time*,

em que se espera que os efeitos da inovação se revelem de modo adequado. Faz-se a comparação entre os dois períodos e conclui-se se o período após a inovação é melhor ou pior do que o outro.

Na construção dos componentes básicos para metodologia ESAC é preciso:

- obter respostas considerando as questões enfrentadas pelos atores afetados pelo projeto de inovação, levando-as em conta para o processo de avaliação;
- explicitar cada critério que foi levado em conta na avaliação;
- explicitar a coerência existente entre a evolução do processo de avaliação, os objetivos e o sistema de valores empregado.

Toma-se como ponto de partida que a redução dessas dimensões a um só componente básico faz com que a avaliação de impactos esteja sujeita a uma estrutura implícita que dificulta o diálogo entre avaliadores e especialistas. Justamente por isso, busca-se desenvolver essa análise dentro do panorama da metodologia multicritério, segundo a qual é possível agregar, dentro da mesma estrutura avaliatória, árvores de outras dimensões ESAC.

A construção de componentes básicos de impactos da análise econômica parte de um critério básico e bastante tradicional: o programa deve propiciar um ganho de bem-estar econômico. Esse ganho de bem-estar econômico, todavia, não é resultado da agregação pura e simples de indicadores, segundo um critério de importância. Mais do que julgar o número correspondente ao resultado final é necessário conhecer quais dos elementos contribuíram para ele. Isso será realizado na interpretação do resultado da metodologia pelos tomadores de decisão.

Na avaliação de impactos, especialmente na de impactos *ex-post*, não se trata de comparar alternativas, mas sim de medir estados distintos (ou a variação) de um sistema de indicadores em relação à introdução de uma nova tecnologia.

Um outro ponto problemático consiste em estabelecer os modos e seus respectivos limites para a comparação entre diferentes casos. Através da metodologia ESAC é possível percebermos, se, dado uma determinada hierarquização de importância de impactos, houve ou não ganho de bem estar. Entretanto, programas de pesquisa diferentes têm abrangências

diferentes. Um programa de melhoramento genético destinado a uma cultura como a soja, fonte de vigor do agronegócio, tem uma abrangência muito maior que um destinado a cultura do mamão, por exemplo. A comparação dos resultados entre programas não é trivial, e está fora do escopo da metodologia.

O ganho de riqueza de informações recai sobre a procedência do impacto (se social, ambiental, de capacitação ou econômico) e da natureza contraditória de muitos indicadores, principalmente entre indicadores econômicos e sociais e entre indicadores econômicos e ambientais.

A estrutura da árvore de critérios funciona como uma espécie de “malha” para captar impactos: não necessariamente todos os itens apontados devem estar relacionados ao impacto da tecnologia. Uma estrutura ampla de indicadores é necessária para revelar aspectos do impacto que, a primeira vista, não estavam aparentes. Desse modo, a metodologia apresenta um duplo caráter: avaliação normativa e instrumento para o aprofundamento do conhecimento sobre os impactos do programa.

#### *4.2 Definição dos aspectos formais do modelo*

O item que se segue é apoiado fortemente no trabalho de Zackiewicz (2002) e nas notas técnicas do estudo conduzido pelo GEOPI. Trata-se da síntese do resultado de um esforço coletivo de discussão e depuração de dúvidas e questionamentos, principalmente após a análise dos resultados dos testes de campo na aplicação de questionários nos projetos citrus e cana-de-acúcar.

Resumimos a metodologia nos seguintes pontos:

- a) Para cada dimensão ESAC é construída a árvore de critérios. No caso da economia ela é composta de critérios de alteração estrutural, variação de produtividade e de custos de transação. Esses critérios são desdobrados em ramos da árvore hierárquica até os indicadores. No caso da dimensão econômica, a árvore tende a ter poucas etapas separando os indicadores e o critério e portanto, como aponta Zackiewicz (2002), pequena perda de informação no processo de consolidação por etapas;
- b) A consulta a especialistas pode ser um recurso importante na definição dos pesos da estrutura de ponderação das árvores,  $k$ . Em linhas gerais, a consulta a especialistas deve

sempre se dar em nível de componentes básicos. A perda de informação em cada nível da árvore hierárquica se deve ao fato de que os componentes básicos são convertidos a uma escala contínua, variando entre  $[0,1]$ , que viabiliza o processo de agregação e a comparabilidade entre ramos.

c) A presença de incerteza no que se refere à relação T-I (tecnologia-impacto, avaliada por um determinado indicador) é resolvida com o uso de lógica *fuzzy*, cujo desenvolvimento está em Roy e Bouyssou (2000) e em Zackiewicz (2002). Trata-se do reconhecimento de que na separação de efeitos, na ausência de métodos econométricos e da aplicação de técnicas de amostragem (caras), é preciso recorrer a formas qualificadas de separação de efeitos, principalmente quando se trata de inovações incrementais. O coeficiente  $\alpha$  varia de  $[0,1]$ , em que zero significaria ausência de impacto e 1 a aderência completa de T-I. O caso mais freqüente seria aquele entre 0 e 1 em que o impacto devido à tecnologia seria parcial e a atribuição de um valor a  $\alpha$  indicaria a parcela do impacto atribuível ao indicador em questão. Zackiewicz (2002) denomina esse processo de atribuição do “pseudo-impacto”.

A metodologia de “Avaliação de Impactos da Pesquisa” é apresentada de forma sintética abaixo.

## 4.2.1 Equações e definição da terminologia

### a) Impactos do Programa

$a_{ip}$  : impacto da tecnologia  $i$  sob o ponto de vista da dimensão  $p$

$b_{ipq}$  : fração  $q$  do impacto  $a_{ip}$

$c_{ipqr}$  : fração  $r$  do impacto  $b_{ipq}$

$\dots y_{ipqr\dots vn}$ : indicador de impacto (último nível da hierarquia com  $n$  indicadores no ramo)

$v$ : último fracionamento antes dos indicadores

Propriedades:

$$a, b, c, \dots y = [-1, 1]$$

- o valor 1 denota o máximo impacto desejável

- o valor  $-1$  denota o máximo impacto indesejável

- o valor 0 denota a inexistência de impacto

- a variação no impacto corresponde a uma variação contínua e linear da escala.

## b) Constantes

$k$ : constante de peso relativo da fração de impacto

Propriedades:

$$k \in [-1,1]$$

$$\sum k = 1 \text{ em cada ramo da hierarquia}$$

- os  $k$  são constantes que dependem somente da **interpretação** da estrutura de impactos e servem para ponderar a adição das frações de impacto na hierarquia

- não dependem da tecnologia e tampouco do programa de pesquisa avaliado

- o índice de identificação é escrito a partir das frações de impacto a que corresponde, por exemplo  $k_{p2}$  significa o peso do segundo termo do segundo nível da hierarquia da dimensão  $p$  (não é preciso identificar a tecnologia)

## c) Coeficientes

- $\alpha$ : coeficiente de aplicabilidade do indicador de impacto

propriedades:

$$\alpha \in [0,1]$$

- o valor 0 significa que o impacto não se aplica à tecnologia avaliada, ou seja,  $\neg(T \Rightarrow I)$

- o valor 1 significa que a causalidade  $T \Rightarrow I$  é plenamente aceitável

- valores entre 0 e 1 significam que ocorre um certo grau de incerteza na aplicabilidade do indicador devido à complexidade da relação entre tecnologia e impacto (muitos elementos externos ao programa podem interferir nessa relação)

- o coeficiente  $\alpha$  ocorre em todos indicadores  $y$

## d) Variáveis

$x_{im}$ : valor mensurado na pesquisa de campo para o indicador  $y$  ( $m$ : número de medidas)

$\bar{x}_i$ : média das observações de campo

$\phi$ : função que relaciona a escala em que se mede  $x$  para a escala de impactos que caracteriza  $y$

- a variável  $x$  pode ser qualitativa e obtida por meio de entrevistas com atores relevantes do programa. O entrevistado e o entrevistador buscarão quantificar em uma escala  $-3$  a  $+3$  os impactos em cada um dos indicadores. A função  $\phi$  precisa ajustar a escala qualitativa ao intervalo  $[-1,1]$  e no sentido desejável de impacto para cada  $y$ .

- a variável  $x$  pode ser quantitativa e obtida por medida direta no campo ou de dados secundários (realizados por outros estudos, por exemplo). A função  $\phi$  deve também ajustar a escala quantitativa utilizada ao intervalo  $[-1,1]$  e no sentido desejável de impacto para cada  $y$ .

### e) o Modelo de Avaliação de Impactos

Considerando todas essas definições, temos que o impacto geral no período considerado é dado por:

$$I_{IG} = \sum_{i=1}^{Dn} k_{Di} \dots \left( \sum_{i=1}^{Dn \dots n} k_{Di \dots i} \cdot \phi_{Di \dots i}(x_{iDi \dots i}) \right)$$

Onde os coeficientes  $k$  são os que ponderam o impacto. Para obter o impacto específico  $I_P$ , devemos utilizar o coeficiente de atribuição  $\rho(\alpha)$ .

$$\phi(x) \Delta \rho(\alpha) = \phi(x) \cdot \rho(\alpha) = I_P$$

Logo, o impacto específico devido a tecnologia pode ser definido como:

$$I_{IP} = \sum_{i=1}^{Dn} k_{Di} \dots \left( \sum_{i=1}^{Dn \dots n} k_{Di \dots i} \cdot \phi_{Di \dots i}(x_{iDi \dots i}) \cdot \rho_{iDi \dots i}(\alpha_{iDi \dots i}) \right)$$

O impacto no período devido a outras causas que não a inovação,  $I_{IO}$ , pode ser definido como:

$$I_{IO} = I_{IG} - I_{IP}$$

### f) medidas de campo - definições

As medidas de campo objetivam projetar na Estrutura de Impactos os impactos reais causados pela introdução de uma nova tecnologia em um determinado contexto. Os impactos reais são captados aferindo a mudança nos indicadores fornecidos pela Estrutura

de Impactos no período de tempo definido pelo intervalo entre a situação atual e a situação anterior à introdução da tecnologia. Esses impactos podem ser captados de dois modos.

Medidas qualitativas: a partir das percepções dos impactados sobre as mudanças ocorridas. O modo um corresponde a perguntas subjetivas. Tem a vantagem de ser rápido e simples. É bastante sensível ao contexto e à qualidade do respondente. Ou seja, dependerá fundamentalmente da capacidade do respondente de perceber e interpretar o impacto e julgar sua intensidade de maneira adequada.

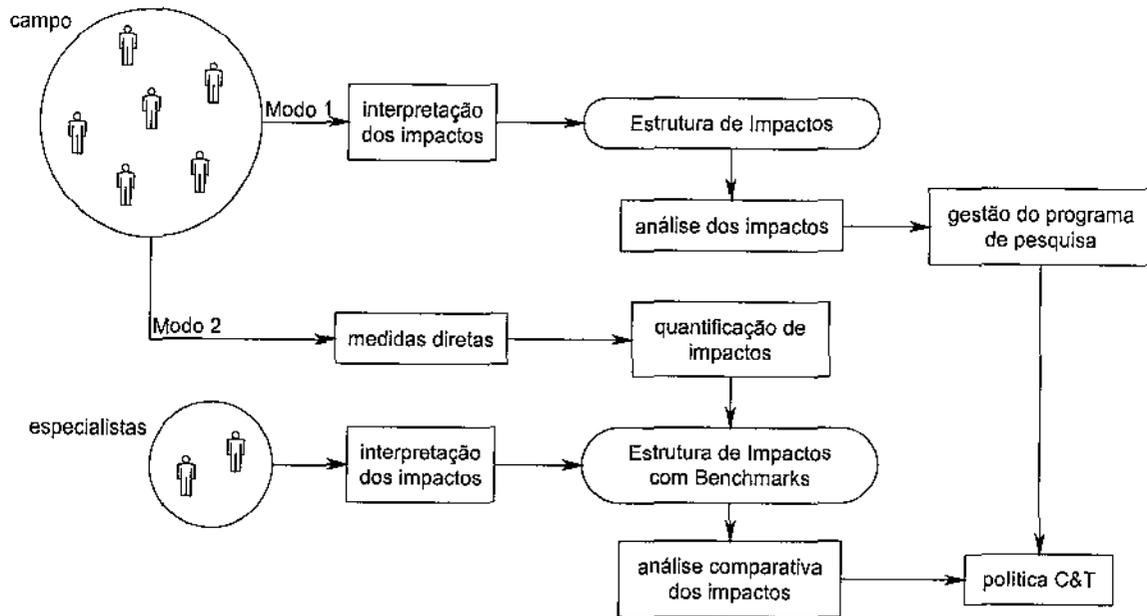
Medidas quantitativas: a partir de medidas diretas da variação dos indicadores no período. Corresponde a perguntas objetivas, com o objetivo de levantar dados dos respondentes, que após serão interpretados por especialistas no sentido de qualificar o impacto e inseri-lo dentro da estrutura multicritério. Esses especialistas definem os limites superiores e inferiores das escalas. Na aplicação da metodologia não foram utilizadas medidas quantitativas, devido a problemas nos instrumentos de medida. Entretanto, ao longo do texto será realizada uma discussão de como cada componente básico poderia ser captado por medidas quantitativas. As medidas quantitativas são especialmente relevantes para o caso de medição da variação da produtividade, onde seu uso é *benchmark* para pesquisas no setor.

A principal diferença entre essas duas formas está na medição conjunta ou disjunta dos efeitos e dos juízos sobre extensões limítrofes dos impactos. Nas medidas qualitativas, trabalha-se diretamente com o juízo (medida sensorial) dos atores impactados para medir a variação  $x$  e a participação  $\alpha$  do programa/tecnologia na variação observada – sem passar necessariamente por alguma quantificação dos impactos. Nas medidas quantitativas, a variável  $x$  é primeiro quantificada para, em seguida, ser cotejada frente a um referencial dado externamente - por especialistas – e só a partir daí adquirir seu significado e localização em relação aos extremos da medida de impacto.

A principal desvantagem das medidas quantitativas é que os respondentes relutam em dar, ou não possuem, as informações concernentes a vários indicadores importantes. O fato de não possuírem informações quantitativas também se deve ao *lag* temporal necessário para que o impacto da inovação se apresente. Devido a isso, a abordagem escolhida para a coleta de dados foi a utilização unicamente de questionários baseados em

medidas qualitativas, o que não exclui a utilização de questionários baseados em dados quantitativos em períodos seguintes.. A seguir, veremos uma figura esquemática de como funciona a mediação da percepção dos impactos através de medidas qualitativas e medidas quantitativas.

Figura 1



Os dois modos de medida não necessariamente indicarão o mesmo valor de impacto. Entretanto, o conceito de medida correta é relativo, e depende do modo como a informação é processada. A situação a seguir, extraída de GEOPI(2003) ilustra um possível conflito entre as duas "racionalidades" subjacentes aos dois modos que levaria à indeterminação do impacto pode ser exemplificado na situação a seguir (Quadro 1). O exemplo considera um mesmo aspecto *A* da realidade cuja variação *x* num determinado período de tempo tenha sido medida por diferentes escalas em duas avaliações distintas. Por exemplo, o impacto sendo percebido de diferentes formas para atores em contextos diferentes, sob a mesma estrutura de impactos.

## Quadro 2: Exemplo de indeterminação aparente entre diferentes escalas de medida e impacto.

Casos	Variação de x qualitativa (juízo agregado dos atores)	Variação de x quantitativa	Variação de x relativa
Programa/Tecnologia 1	Grande aumento	1	100%
Programa/Tecnologia 2	Aumento moderado	10	10%

Se todos os indivíduos entre os entrevistados no universo de atores impactados e especialistas possuíssem uma racionalidade perfeita seria possível – por definição – obter uma medida objetiva dos impactos e independentemente do modo de medida escolhido. Nessa situação hipotética, todo respondente no Modo 1 poderia ser visto como um instrumento preciso de medida capaz de prescindir de uma medida quantitativa em cada indicador. O ator interpretaria o impacto relativizando-o em relação ao contexto no qual se encontra. Desse modo, o seu juízo específico teria um caráter geral e representativo.

No caminho inverso, a inferência sobre como os impactados interpretam e sentem os impactos a partir da obtenção de dados quantitativos (examinados e valorados por especialistas) necessita da hipótese de racionalidade perfeita por parte da definição dos impactos e da uniformidade dos atores, de modo que os dados parametrizados pelos *benchmarks* pudessem ser vistos como representativos do impacto.

Não há definição categórica do que é um impacto correto na escala da função  $\phi: x \rightarrow [-1, 1]$ . A relação entre as medidas qualitativas, os dados quantitativos e o impacto percebido depende do estado inicial do aspecto *A* (antes da existência dos programas/tecnologias 1 e 2) e também da *baseline* (evolução esperada) desse aspecto no contexto ao qual os atores entrevistados fazem parte. Assim, para o caso 2, um aumento de 10%, significando 10.000 unidades de algo, é moderado, mas isso porque o *benchmark* escolhido/ contexto dos atores reflete as características do setor. Enquanto para o caso de introdução da tecnologia 1, 100 unidades equivale a 100% e é um grande aumento e pode ser que 10% fosse pequeno. A inconsistência aparente emerge ao se comparar as situações 1 e 2 para escalas diferentes, e contextos diferentes.

### 4.2.2 A escolha dos valores representativos

Uma vez realizadas as medidas de campo para variação *x* e participação  $\alpha$  em todos os componentes básicos da estrutura de impactos e aplicadas as funções de transformação

para as medidas de impacto  $\phi$  e para a atribuição  $\rho$  diferentes padrões podem emergir dessas medidas. No caso de medidas qualitativas e quantitativas discretas ou intervalares, esses padrões podem ser caracterizados em uma tabela de contingência. Os diferentes tipos de distribuição de frequências possíveis podem ser associados a diferentes *graus de coesão* das medidas. Geopi(2003)

A coesão (c) de uma distribuição de frequências é classificada como "total" se todos os valores para  $x$  e  $\alpha$  para um componente básico obtido numa amostra forem iguais e constantes.

$$\forall (x_{idi\dots i})_a = cte \Leftrightarrow c[\phi_{idi\dots i}(x_{idi\dots i})] = total$$

$$\forall (\alpha_{idi\dots i})_a = cte \Leftrightarrow c[\rho_{idi\dots i}(\alpha_{idi\dots i})] = total$$

Nessas condições os valores para  $\phi(x)$ , o impacto geral, e  $\rho(\alpha)$ , a função de atribuição do impacto geral à tecnologia específica, são também constantes e correspondem aos *valores representativos* que devem ser inseridos na estrutura de impactos para a avaliação de impactos. Essa situação ocorreria sempre caso houvesse uniformidade dos agentes, dos contextos, ou racionalidade perfeita, supondo não haver erros de medida. Entretanto, em situações da prática, essa condição quase sempre não se verifica. Para cada nível de coesão, haverá uma forma, explicada adiante, de como se processar as informações sobre  $x$  e  $\alpha$  de modo a escolher um valor representativo para a distribuição de valores obtida.

Em geral, a dispersão mantém as medidas de impacto  $\phi(x)$  ou do lado positivo ou do lado negativo da escala [-1,1] havendo apenas variação de intensidade. Se ocorrer inconsistência, isto é, o aparecimento simultâneo de valores positivos e negativos para um mesmo  $\phi(x)$  isso pode indicar que o impacto tem manifestação oposta em condições específicas. Dispersões tendendo ao aleatório podem indicar má qualidade do instrumento de medida (Ex: o ator pode não entender a questão utilizada na entrevista) ou elementos amostrais de baixa qualidade (ex: pessoas inabilitadas a responder as entrevistas).

Baseado no critério de coesão, foi adotado um dispositivo para a escolha dos valores representativos. Foram definidos diferentes graus de coesão a partir do formato da distribuição das frequências das medidas de impacto e atribuição. São levados em conta o fato de ocorrer ou não inconsistência (na distribuição de frequências de  $\phi(x)$ ) e se a

distribuição é ou não convexa (relativamente convergente para  $\phi(x)$  e  $\rho(\alpha)$ ). Para cada tipo de coesão escolheu-se um procedimento de escolha, conforme justificado a seguir.

*Caso 1: Coesão Forte* ( $c(x)=c(\alpha)=1$ ). Trata-se do caso mais próximo coesão total, no qual a variação observada na distribuição provavelmente é tributável a variações aleatórias na obtenção dos dados. O valor representativo da amostra escolhido por esse critério para entrar no cálculo dos impactos é a média de todas as medidas obtidas para  $\phi(x)$  ou  $\rho(\alpha)$ .

*Caso 2: Coesão Fraca* ( $c(x)=0,75$ ;  $c(\alpha)=0$ ). Ocorre quando a distribuição é consistente e não convexa, ou seja, não há uma convergência dos resultados em torno de um determinado valor. Neste caso, fica mais difícil saber se a distribuição está ou não em tendência para um valor central (já considerando a exclusão prévia de *outliers* e valores extremos) ou se haveria duas situações igualmente válidas tomando forma. A solução para definir um valor representativo é tomar partido da situação preponderante, adotando a mediana dos dados (assim o valor representativo estaria mais próximo da moda do que a média, no caso de distorção causada por algum subgrupo nas extremidades próximas a 0 ou a  $\pm 1$ , a mediana atenua sua importância).

*Caso 3: Coesão Dupla* ( $c(x)=0,5$ ) Ocorre quando a distribuição é inconsistente porém convexa nas duas extremidades – tomadas separadamente e incluindo os casos de  $\phi(x)=0$  em ambas. É razoável supor que, descontados os *outliers*, ocorrem duas situações distintas e não apenas por conta de flutuações em torno da intensidade do aumento ou da diminuição, mas efetivamente controversa entre aumento ou diminuição. O valor representativo é dado pela média das médias de cada sessão convexa. A sobreposição dos valores nulos torna-se uma medida de cautela, pela incerteza em relação à baixa adequação do instrumento de medida utilizado. Uma sugestão de tratamento das respostas seria isolar atores e categorias de atores, onde retorna-se para o primeiro caso e a distorção proposital em torno do zero desaparece. Esse procedimento é recomendável para reconhecer se há alguma relação entre condições distintas (por exemplo: tamanho das empresas) e a manifestação dos impactos em cada uma delas. Por exemplo, a resposta há uma determinada mudança em uma variedade poderia ser aumento da mecanização em uma empresa de grande porte e intensificação do uso da mão de obra em empresas menores que não tem escala.

*Caso 4. Coesão Assimétrica* ( $c(x)=0,25$ ). Ocorre quando há inconsistência e apenas um lado da distribuição de distribuições é convexo(converge). Neste caso toma-se a média entre a média do lado convexo e a mediana do lado não convexo, buscando a combinação das propriedades justificadas nos dois casos anteriores.

*Caso 5. Ausência de Coesão* ( $c(x)=0$ ). Ocorre quando há inconsistência e nenhum lado é convexo. Isso equivale a respostas quase aleatórias e a baixa adequação do instrumento de medida ou dos elementos da amostra utilizada. Neste caso, adota-se a média das medianas. Com uma distribuição de frequências tendendo a uniforme, esse critério faz o valor representativo tender a zero, anulando a medida do componente de impacto.

Pode-se verificar que cada tipo de coesão corresponde a uma faixa de variância dos dados medidos por variáveis categóricas, com sucessivas sobreposições. Portanto, o corte por coesão apesar de não levar em consideração diretamente uma medida de dispersão incorpora em alguma medida essa informação. Uma consequência é de que com a ampliação da amostra a coesão tende a crescer e depois se estabilizar. Pode-se derivar daí uma medida para a suficiência da amostra utilizada em uma avaliação.

### 4.2.3 Indicadores de qualidade das medidas de impacto

Os padrões característicos das medidas obtidas em campo permitem que se definam indicadores de qualidade para medidas de impacto calculadas.

*Coesão das Respostas (Z)*

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^n c(x_i)}{n}$$

#### Equação 1

Na Equação 7, o parâmetro  $n$  é a quantidade de componentes básicos de uma estrutura de impactos e  $Z: \{0; 0,25; 0,5; 0,75; 1\} \rightarrow [0,1]$ .

Quanto maior  $Z$ , mais coeso é o conjunto de medidas de variação  $x$  obtido. Pode-se verificar que  $Z = 1$  sempre que esse conjunto conter apenas um elemento. As medidas de impacto inseridas em uma estrutura de impacto incorporam mais ou menos ambiguidade tanto maior ou menor for  $Z$ .

Pode-se encontrar as maiores coesões a partir do teste com diferentes combinações entre os elementos do conjunto de respondentes e assim encontrar subconjuntos latentes com elevado nível de consenso entre si.

*Coesão da Atribuição ( $Z_\alpha$ )*

$$Z_\alpha = \frac{\sum_{i=1}^n c(\alpha_i)}{n}$$

### **Equação 2**

Na Equação 8, o parâmetro  $b$  é a quantidade de componentes básicos de uma estrutura de impactos e  $Z_\alpha: \{0;1\} \rightarrow [0,1]$ .

Quanto maior  $Z_\alpha$ , mais coeso é o conjunto de medidas de participação  $\alpha$  obtido. Pode-se verificar também que  $Z_\alpha = 1$  sempre que esse conjunto conter apenas um elemento. As medidas de impacto inseridas em uma estrutura de impacto são mais ou menos controversas quanto a atribuição tanto maior ou menor for  $Z_\alpha$ .

*Aderência da Estrutura de Impactos ( $A$ )*

$$A = 1 - \frac{\sum(NA)}{\sum_{total}}$$

### **Equação 3**

Na equação 9,  $\sum(NA)$  é a contagem total da categoria "não se aplica" obtida da soma de todas as vezes que não foi possível obter medidas para os componentes da estrutura de impactos numa dada avaliação e  $\sum_{total}$  é o número total de respostas ( $x$ ) para todas os componentes da estrutura de impactos.

A aderência da estrutura de impactos mede o quanto seus componentes básicos foram adequados para captar impactos em um dado contexto de avaliação. É fácil verificar que  $A$  também está definido sobre  $[0,1]$ . Sua interpretação é:  $A = 0$  para nenhuma aderência e  $A = 1$  para aderência total, com os valores intermediários indicando situações proporcionais a esses dois extremos.

A medida da aderência é importante para verificar a adequação de uma determinada estrutura de impactos – definida para um certo contexto de avaliação – para avaliar um determinado objeto. Por consequência, comparar duas avaliações para as quais as aderências foram muito diferentes é arriscado.

*Aderência da Atribuição ( $A_\alpha$ )*

$$A_\alpha = \frac{\sum_{\varphi(\alpha)=0; i=1}^{1;n} (\varphi(\alpha)_i \cdot \Sigma(\varphi(\alpha)_i))}{\Sigma_{total}}$$

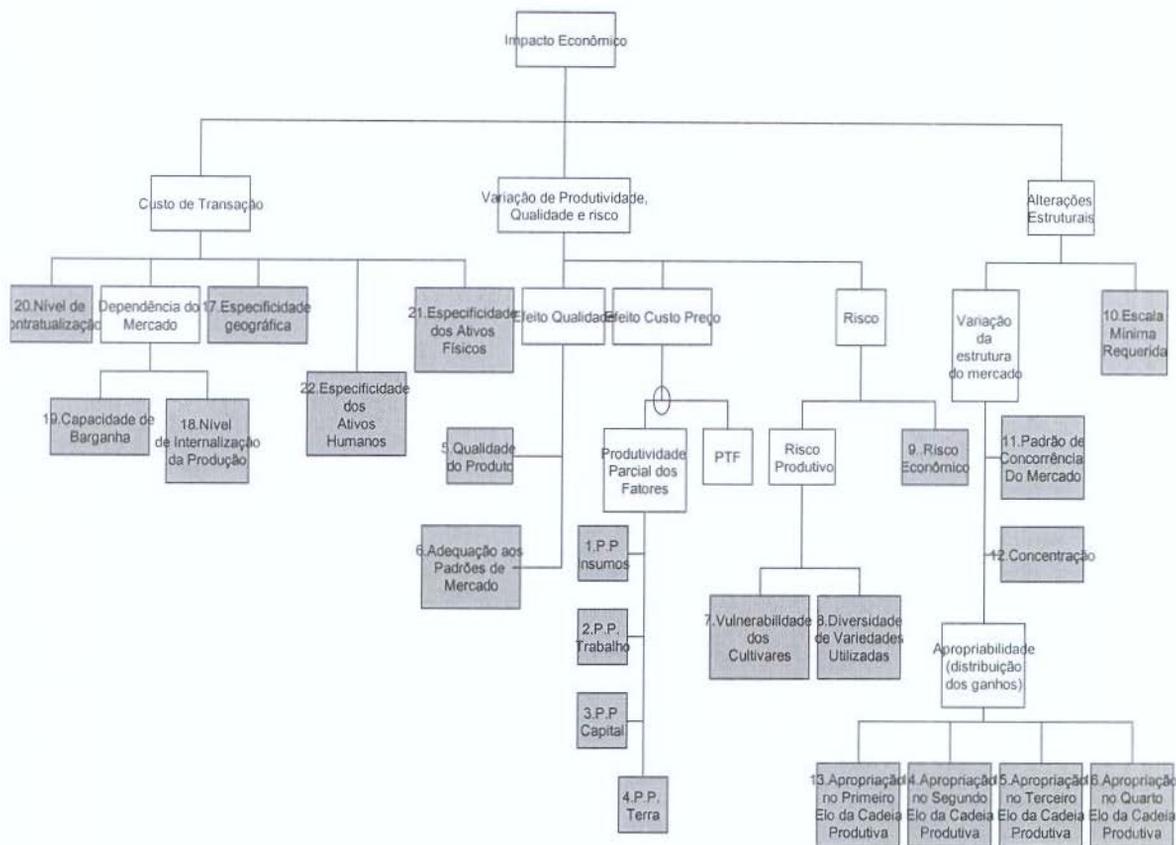
#### **Equação 4**

Na equação 9,  $A_\alpha$  é calculado pela soma dos valores obtidos da multiplicação entre os valores assumidos pela função  $\rho$  a partir das diferentes categorias de medida da variável  $\alpha$  e a frequência  $\Sigma$  desses mesmos valores, sobre o número total de respostas para todas os componentes da estrutura de impactos,  $\Sigma_{total}$ .

O indicador de aderência da atribuição dá a medida  $[0,1]$  de quanto os componentes básicos da estrutura de impactos foram capazes de distinguir no impacto geral medido o impacto do programa/tecnologia avaliado. É esperado que sempre  $A_\alpha \leq A$ . Essa medida se distingue da relação  $I_P/I_G$  porque é obtida do ponto de vista dos componentes básicos, ou seja, do ponto de vista do instrumento de medida, enquanto essa última relação fornece uma medida do ponto de vista da avaliação global de impacto.

## **5. Componentes básicos da dimensão econômica**

Abaixo, temos a estrutura de impactos da dimensão econômica. Nesta seção definiremos os componentes básicos e explicaremos de que forma foi medida e qual o porquê de cada componente.



## 5.1 Variações na produtividade

O critério variações na produtividade pode ser subdividido em 3 efeitos: efeito custo-preço, efeito-qualidade, e efeito-risco na produção. Cada um desses efeitos capta uma alteração no processo produtivo. Tentativas de considerar todos esses efeitos em uma só medida agregada de eficiência produtiva foram rejeitadas pela metodologia ESAC em função da construção de uma série de indicadores que captasse esses efeitos separadamente.

### 5.1.1 Efeito custo preço

O efeito custo-preço pode ser captado, de modo quantitativo, por duas maneiras. A primeira é a produtividade total dos fatores, que, no caso específico da avaliação ESAC, seria obtida através da utilização de números índices. A segunda seria a utilização de

medidas de produtividade parcial dos fatores, tais como produção por trabalhador, produção por hectare, produção por maquinaria empregada, etc.

## a) Produtividade e números índices

As medidas de produtividade construídas a partir da contabilização do crescimento (*growth accounting*) e teoria dos números índices foram uma extensão natural da pesquisa de Kuznetz e outros para desenvolver medidas consistentes de contas nacionais. O ponto de partida dessa visão era de que, na ausência de progresso técnico, o crescimento total do produto poderia ser explicado pelo crescimento total dos insumos (Capalbo e Antle, 1988). Esse tipo de visão era corroborada pela visão neoclássica da teoria da produção e distribuição: equilíbrio competitivo e retornos constantes de escala implicariam que a soma dos pagamentos aos fatores seriam iguais à receita do produto.

Entretanto, havia um resíduo nas contas nacionais que não poderia ser explicado por essa visão. A conclusão lógica seria que ele estaria associado ao crescimento da produtividade. A teoria dos números índices se associa à compilação desse resíduo em formas mais economicamente inteligíveis.

Um problema recorrente na literatura de números índices é de que há uma função de produção exata, ou implícita, a cada formulação matemática de um número índice que tenta compilar esse resíduo. E cada uma dessas funções implica suposições restritivas à análise do comportamento dos agentes.

Por exemplo, o conhecido índice de Laspeyres implica uma função de produção linear em que os insumos são substitutos perfeitos, ou uma função de produção tipo Leontieff em que estes insumos são usados em proporções fixas. O índice de Paasche<sup>2</sup>, por outro lado, implica uma função de produção do tipo Cobb-Douglas, do tipo,  $Q = \alpha_0 X_1^{\alpha_1} \dots X_n^{\alpha_n}$ , conseqüentemente, assume a elasticidade de produção dos insumos constante. A prova disso foge ao escopo do trabalho.

---

<sup>2</sup> Para uma discussão sobre os indicadores de Laspeyres e Paasche ver Fisher&Shell(1998)

Uma generalização da função de Cobb-Douglas, menos restritiva, é a função translog, onde assumimos que as elasticidades de produção são funções log-lineares dos insumos. Ou na equação:

$$\alpha_i = \alpha_{i0} + (.5) \sum_j \alpha_{ij} \ln X_j \quad \left[ \begin{array}{l} ' = f \\ ' + f \end{array} \right] \quad (1)$$

Substituindo (1) na definição genérica da função Cobb-Douglas, e linearizando por logaritmos, temos:

$$\ln Q = \ln \alpha_0 + \sum_i \alpha_{i0} \ln X_i + (.5) \sum_i \sum_j \alpha_{ij} (\ln X_i)(\ln X_j) \quad (2)$$

A função translog pode ser vista como uma aproximação de segunda ordem à uma função arbitrária no ponto onde  $(\ln X_i) = 0$ . Diewert(1971) afirma que a função translog tem o mínimo necessário de parâmetros para representar comportamento econômico sem impor restrições arbitrárias. Como veremos, essa função é importante, pois dela é derivada o índice de Tornqvist-Theil, usado nesse trabalho para medir a variação de produtividade.

- Índices Superlativos

Quando possível, não se deve escolher índices que assumem suposições restritivas sobre aspectos da função de produção, tal como a substituição dos insumos. Diewert(1976) propõe uma definição de índices chamados *superlativos*, que são exatos para funções flexíveis linearmente homogêneas.

O Índice de Tornqvist-Theil, como veremos na seção é exato para uma forma linearmente homogênea da função translog. Sua definição para quantidades é:

$$\ln QI_t \equiv \ln[f(X^1)/f(X^0)] = (.5) \sum_i (S_i^1 + S_i^0) \ln(X_i^1 / X_i^0) \quad (3)$$

Onde,  $S_i = \left( \frac{W_i X_i}{\sum_{i=1}^n W_i X_i} \right)$ , ou a fatia de custo do insumo em relação ao total do custo.

- Uso de números índices para medidas de TFP.

O procedimento de indexação por Tornqvist-Theil é costumeiramente utilizado para obter um índice de produtividade total dos fatores por que pode ser visto como uma aproximação discreta ao índice contínuo de Divisia, que satisfaz o critério de inversão de fatores. Temos que as equações para o índice de Divisia em termos de *output* agregado e insumo agregado são, respectivamente:

$$\dot{Q} = \sum_j \left( \frac{p_j Q_j}{\sum_i p_i q_i} \right) \dot{Q}_j \quad (4)$$

$$\dot{X} = \sum_j \left( \frac{w_j X_j}{\sum_i w_i X_i} \right) \dot{X}_j \quad (5)$$

Onde, para qualquer X,  $\dot{X} = \ln \frac{dx}{dt}$ .

Já que a produtividade total dos fatores(TFP),  $TFP=Q/X$ , a taxa proporcional de crescimento da TFP é:

$$TFP = \dot{Q} - \dot{X} \quad (6)$$

O índice de Tornqvist-Theil para quantidades tal como definido na equação e pode ser utilizado par aproximar as equações (4) e (5) da seguinte forma:

$$\ln[Q_t / Q_{t-1}] = (.5) \sum_i (S_{jt} + S_{j,t-1}) \ln(Q_{jt} / Q_{j,t-1}) \quad (7)$$

$$\ln[X_t / X_{t-1}] = (.5) \sum_i (S_{jt} + S_{j,t-1}) \ln(X_{jt} / X_{j,t-1}) \quad (8)$$

E a aproximação discreta à equação (6), finalmente, que fornece a medida de produtividade total dos fatores é:

$$\ln(TFP_t / TFP_{t-1}) = \ln[Q_t / Q_{t-1}] - \ln[X_t / X_{t-1}] \quad (9)$$

Embora essa seja a aproximação mais utilizada ao índice de Divisia, Diewert(1981) adverte que ela não é a única, por isso a produtividade total dos fatores varia de índice a índice.

Suponhamos que a tecnologia não apresente rendimentos à escala, apresente separabilidade de insumos e produtos e apresente mudança tecnológica do tipo Hicks-Neutra, ou seja, mantém as proporções entre a utilização dos fatores dados os mesmos preços relativos (Simonsen, 1971). A função de produção pode ser escrita na forma:

$$Q(t) = A(T).F(X) \quad (10)$$

Onde T é o estado da arte da tecnologia. Logo, fazendo  $A(T) = Q(t) / F(X)$ , tem-se que:

$$\dot{A} = \dot{Q} - \dot{X} \quad (11)$$

## **b) Índices de produtividade parcial x Índices de produtividade parcial dos fatores**

No Brasil, por muito tempo, a produtividade da agricultura esteve ligada à produtividade da terra (Do Carmo & Silva, 1986). Entretanto, tal forma de medir a produtividade apresenta resultados bastantes limitados. Foram utilizados índices de produtividade parcial do trabalho, com resultados igualmente limitados e de pouco uso em agregação. A raiz desses problemas se encontra no conceito de produtividade parcial.

$$PPX_i = Y/X_i \quad (1)$$

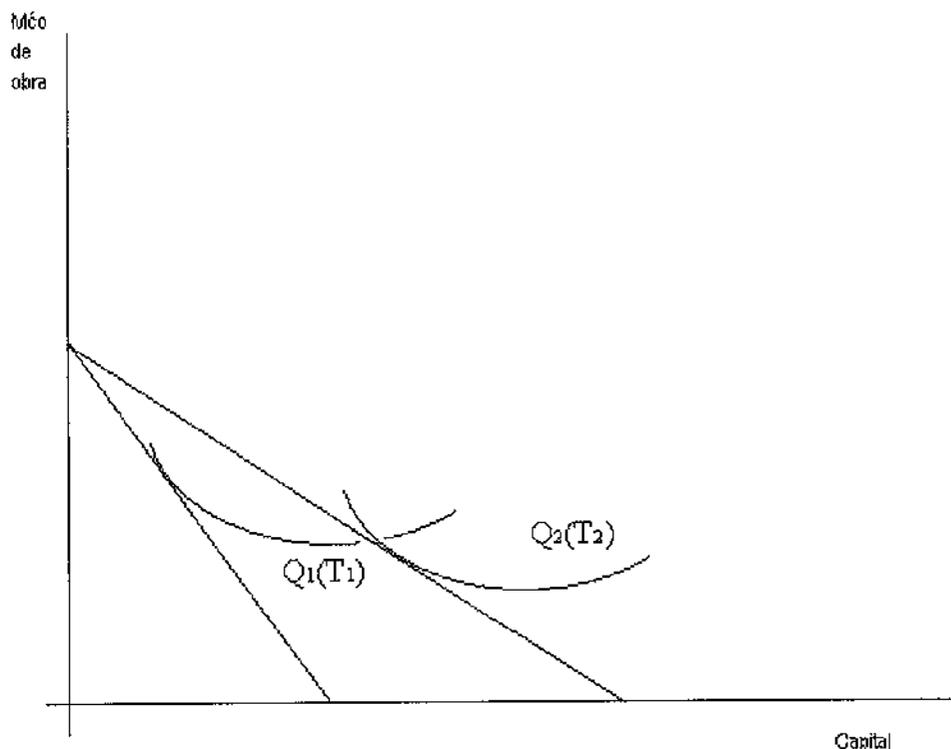
Onde Y é o produto e  $X_i$  é o i-ésimo insumo.

Quando analisa-se medidas de produtividade parcial, assume-se implicitamente que o ganho em rendimento entre dois períodos de tempo se deve exclusivamente àquele fator o qual está-se atentando, enquanto os demais permanecem constantes. Nada mais fora da realidade para a análise de um setor dinâmico como o agrícola. E nada mais fora de propósito no âmbito da metodologia ESAC, que visa capturar a visão mais ampla possível do impacto da inovação tecnológica, assim como os *trade-offs* presentes em uma estrutura de decisão.

Uma das limitações dos índices de produtividade total dos fatores já apresentados é que a mensuração do aumento de produtividade devido à inovação é Hicks-neutra, ou seja, mantém as proporções entre os fatores dados os preços relativos.

Suponha-se que um estudo de caso tenha identificado um gargalo tecnológico em um determinado insumo, seja por dificuldade de utilização, altos custos de transação envolvidos ou uma expectativa de que os preços do determinado insumo crescerão. Por exemplo, um determinado país pode pensar que seria interessante financiar inovações em mecanização agrícola na perspectiva de que um projeto de urbanização fará crescer o preço dos salários. Seria interessante para os tomadores de decisão financiarem uma pesquisa com um viés hicksiano à poupança desse insumo “problemático”. Logo, seria interessante a captação da variação de produtividade parcial desse insumo.

Mesmo diante dessa perspectiva, seria interessante a combinação dos dois resultados, pois como será visto a seguir, numa representação de dois insumos, inovação viesada e mudança de preços relativos, o ganho de produtividade parcial do insumo que ficou mais caro pode ser mais do que compensado por uma redução na produtividade total.



A produtividade parcial dos fatores, apesar de suas falhas, tem suas vantagens. A primeira, é que auxilia na gestão da pesquisa na medida em que o *policy-maker* pode decidir para que características morfológicas da tecnologia deve conduzir a pesquisa, tendo em vista eliminar determinados gargalos econômicos presentes no processo. A segunda, e mais relevante, é atuar como *second-best practice* na mensuração do ganho no efeito custo-preço. Na medida em que o conceito de produtividade total dos fatores necessita de um volume mais elaborado de informações, os atores relutam em ceder à pesquisa vários dos dados de custo necessários ao cálculo.

De fato, mesmo as informações relativas a produtividade parcial dos fatores não foram obtidas. Utilizou-se então uma medida de produtividade parcial dos fatores baseada em medidas qualitativas tal como explícito no questionário em anexo. A medida qualitativa utilizada foi baseada em um efeito custo-preço, onde analisasse como o custo de um determinado fator se relaciona com o custo total, *Proxy* do valor de produção.

### **5.1.2 Efeito qualidade**

O efeito custo-preço acima descrito capta o conceito de *desimbodied innovation*, ou seja, que não considera as variações de qualidade no produto final, nem nos insumos utilizados. O efeito qualidade será tratado separadamente do efeito custo preço e depois agregado pela estrutura da análise multicritério. A mensuração do efeito qualidade foi feita, como nos demais componentes básicos, através de medidas qualitativas.

Essas compreendem dois componentes básicos: a qualidade do produto em si, e adequação do produto aos padrões de mercado. O primeiro se relaciona a melhora de aspectos desejáveis do produto. O segundo se relaciona a como esse produto, que pode ter características novas devido a inovação, é compatível com o atual processo produtivo. Por exemplo, o nível de POL de uma variedade de cana de açúcar, uma medida de sacarose, pode apresentar uma grande elevação. Mas características do processo produtivo podem tornar custoso a adaptação do processo produtivo à colheita dessa variedade (pode dificultar o processo de mecanização, por exemplo).

Como sugestão para a utilização de medidas quantitativas nesse componente básico temos:

a) índice de diversificação da produção =  $1/S^2$ . Onde  $S_i$  é a fatia de da produção total que ocupa determinado produto. Quanto mais especializado mais esse índice se aproxima de 1. Assumindo que o consumidor tem preferência pela diversidade, assumimos esse índice se relaciona negativamente com o bem estar

b) variação do Pol. É uma medida de sacarose utilizada para testar a qualidade na cana de açúcar.

### **5.1.3 Efeito risco**

O efeito risco foi captado através de dois componentes básicos. O primeiro deles é o risco de produção, relativo ao quanto o volume produzido é vulnerável em relação a variações climáticas, pragas e esgotamento do solo. As medidas qualitativas utilizadas para sua mensuração foram a vulnerabilidade dos cultivares e a diversidade de variedades utilizadas.

O segundo componente é o risco econômico tal como entendido na teoria de portfólio, como uma medida de dispersão do retorno sobre o capital investido. Como é assumido que os fazendeiros tem aversão ao risco, temos que uma diminuição do risco é vista como um impacto positivo nesse particular componente básico.

Novamente, utilizamos medidas qualitativas nesse componente básico. Entretanto, caso quiséssemos utilizar medidas quantitativas, poderíamos utilizar índices de dispersão para ambos os componentes. No caso do risco produtivo, por exemplo, teríamos o coeficiente de variação do volume produzido (desvio padrão dividido pela média). No caso do risco econômico, o coeficiente de variação do retorno sobre o capital.

## ***5.2 Alteração Estrutural***

O critério de alterações estruturais procura captar os impactos no nível da dinâmica competitiva de uma determinada indústria: escala mínima requerida, variação no padrão de concorrência, concentração, apropriabilidade/distribuição dos ganhos.

Esse é um critério sistêmico por se reportar ao mercado ao qual o ator está incluso, e não diretamente a sua situação específica. Na interpretação dos resultados deve-se ter o

cuidado de considerar os resultados obtidos no questionário como uma visão (mais) incompleta da indústria analisada.

### 5.2.1 Escala mínima requerida

Escala mínima requerida entende-se a produção necessária para se obter economias de escala que permitam trabalhar praticando um preço em nível igual ou superior ao custo variável médio. (Varian, 1994).

Quanto menores as barreiras à entrada, maior o grau de concorrência efetiva e potencial que as empresas enfrentam, *ceteris paribus*, tanto menor o poder de mercado das firmas. Logo, quanto menor a escala mínima requerida, mais benéfico foi o impacto.

A tabela a seguir demonstra um estudo empírico nos Estados Unidos relacionando como a escala mínima requerida influencia no nível de concentração do mercado. (Viscusi, Vernon & Harrington, 1996).

*Escala mínima eficiente de fábricas e firmas como percentagem do mercado americano*

<b>Indústria</b>	<b>Escala mínima eficiente da fábrica como percentagem do mercado</b>	<b>Escala mínima eficiente da firma como percentagem do mercado</b>	<b>Market Share das 4 maiores firmas.</b>
Cervejaria	3,4	10-14	40
Cigarros	6,6	6-12	81
Fibras sintéticas de algodão	0,2	1	36
Tintas, vernizes e laquês	1,4	1,4	22
Refinamento de petróleo	1,9	4-6	33
Sapatos, sem borracha	0,2	1	26

## 5.2.2 Concentração de mercado

A concentração de mercado é um indicativo de poder de mercado das firmas. Por poder de mercado entenda-se a possibilidade das mesmas de apropriarem o excedente do consumidor em excedente do produtor.

o questionário aplicado nas entrevistas utilizamos uma medida qualitativa da concentração. Entretanto, poder-se-ia com ganho de objetividade utilizar uma medida quantitativa como o índice de Hirschman-Herfindal:  $H = \sum_{i=1}^n Y_i^2$ , onde  $Y_i$  é o *market share* da empresa.

O HH é uma função convexa das parcelas de mercado, logo uma fusão horizontal entre duas empresas sempre levará a um aumento da medida de concentração pelo índice.

O índice de Herfindhal –Hirschman é uma *Proxy* do poder de mercado de uma determinada empresa. Martin (2002) apresenta o seguinte modelo apresentando um modelo de concorrência do tipo oligopólio de cournot com firmas idênticas em que o poder de mercado é função direta desse índice.

$$p_i(Q)q_i - c(q_i)$$

Seja o lucro da i-ésima firma:

Onde,  $p(q)$  é a curva de demanda inversa e  $Q$  é a oferta total do mercado. A condição de maximização de primeira ordem é:

$$p + q_i p'(1 + \lambda) = c_i'$$

Onde  $\lambda$  é a derivada conjuntural de oferta das firmas, ou seja, o quanto cada firma a oferta total aumenta em relação à oferta de cada firma. Tratando todas as derivadas conjunturais constantes temos:

$$L_i = (p - c_i') / p = (1 + \lambda) s_i / \varepsilon_{qp}$$

Consequentemente, temos que o índice de lerner médio de uma indústria é:

$$L = (1 + \lambda)H / \varepsilon_{gp}$$

Logo, se as firmas maximizarem o lucro independentemente, emergem relações entre a estrutura de mercado, medida pelo índice de Herfindhal-Hirschman, o *market share*, e o poder de mercado nessa indústria.

### 5.2.3 Concorrência potencial e inovação

Tão importante quanto a concentração em uma determinada indústria, é a concorrência potencial que esta indústria enfrenta (Schumpeter, 1984). A visão de concorrência baseada em *market share* assume uma postura estática das empresas em relação a inovação, somente podendo exercer seu poder de mercado através da determinação de preços e quantidades frente a uma determinada demanda de mercado.

Um setor pode ser oligopolizado pelo critério de *market share*, mas estar submetido a intensa concorrência devido a uma dinâmica inovativa acelerada, que rapidamente levaria a ruína as empresas deficientes nesse processo. Schumpeter afirma que mesmo monopólios temem a concorrência potencial, e que a inovação sob a forma de destruição criadora é a mola da competição, muito mais do que o estabelecimento mecânico de quantidades de produção que maximizem os lucros. Ou seja, igualar a receita marginal ao custo marginal não trás nenhuma vantagem competitiva especial às firmas.

Logo, a concentração é um bom indicador de poder de mercado, mas deve ser complementado por outro. O questionário em anexo contém uma medida qualitativa de como o a concorrência variou, independentemente da variação da concentração. Como veremos na análise dos resultados, o resultado da medida qualitativa sobre concentração de mercado e variação no grau de concorrência apresentam resultados diferentes, o que de fato justifica nossa opção.

### 5.2.4 Apropriabilidade

A apropriabilidade é uma medida de como o valor adicionado em uma cadeia é apropriado por uma firma específica. O estudo de cadeias inteiras de produção não é o objetivo da metodologia ESAC. O questionário em anexo nos fornece indicações de como variou a apropriabilidade dos lucros após a inovação.

Deve-se ter em mente que, como somente um elo da cadeia produtiva foi entrevistado, a percepção sobre apropriação dos lucros na cadeia produtiva é necessariamente viesada, seja por falta de informação sobre a situação de seus fornecedores e compradores, seja por uma percepção inerente ao ser humano de que “a grama sempre é mais verde no vizinho”.

A ponderação sobre qual setor deve se apropriar mais dos lucros segue critérios subjetivos. Por exemplo, caso a metodologia fosse aplicada para analisar os impactos da soja transgênica, especialistas poderiam decidir que seria negativo a apropriação do excedente por parte da Monsanto, Inc, fabricante variedade *round-up ready*, em detrimento dos agricultores ou dos consumidores finais.

### 5.3 Custos de transação

Como proposto na metodologia ESAC, assume-se que uma inovação tecnológica tem impactos difusos sobre o sistema econômico, a sociedade, o meio ambiente e a capacitação dos trabalhadores. Mesmo no sistema econômico, a árvore de critérios mostra que os impactos de uma inovação podem advir de alterações estruturais no mercado ao qual essa inovação está inserida, de alterações nas técnicas produtivas com ganhos de produtividade e qualidade, e finalmente, no que diz respeito aos custos de transação.

Custos de transação, tal como a literatura os define, são os custos de se utilizar o mercado. Contrapõe-se aos custos de coordenação das atividades econômicas internamente à firma. O limite da firma é, de uma maneira estática, onde os custos de transação e os custos de coordenação se igualam na margem (Coase, 1937).

No modelo estilizado neoclássico de equilíbrio geral, os resultados paretianos de eficiência dependem de que não haja custos de transação na economia. Quanto maiores os custos de transação envolvidos no mercado, tanto menos esse mercado responderá ao sistema de incentivos via preços, logo, será mais ineficiente em um sentido de equilíbrio geral, pois o custo de utilização do mercado impedirá trocas que seriam mutuamente vantajosas (Varian, 1994). Esse é um argumento *ceteris paribus*, e por isso mesmo, um recorte estilizado da realidade. Entretanto, a metodologia multicritério requer esse tipo de raciocínio, pelo axioma da não-sobreposição dos critérios (Zackiewicz, 2001) No

panorama da análise multicritério é assumido que, quanto maiores os custos de transação, menor o ganho sistêmico para a sociedade. Essa relação é assumida linear, por simplicidade, e pelo fato de que não foi encontrado na literatura, ou nos *workshops* com os especialistas, nenhuma razão para que se supusesse o contrário (especialmente pela dificuldade em quantificar os custos de transação).

O processo de decomposição dos critérios em subcritérios mais específicos, até o limite da construção dos componentes básicos, requer uma análise de quais são os componentes dos custos de transação, assim como eles se relacionam com o processo inovativo geral e com as inovações tecnológicas específicas que servem de teste à metodologia, como o pacote IAC e a telagem de mudas.

### **5.3.1 Natureza dos custos de transação**

Fianni (2002) define os custos de transação como os custos de negociar, redigir e garantir o cumprimento de um contrato. Este contrato pode ser formal, ou informal. O contrato do tipo formal é o mais conhecido, pois está inserido em uma relação formal legal entre duas ou mais partes. O contrato do tipo informal é estabelecido por um acordo informal entre as partes, mas fortalecido pelas rotinas de transação entre as mesmas (Langlois & Robertson, 1980).

Os contratos do tipo neoclássico mais estreito implicam que há perfeita simetria de informações, e que todas as partes são perfeitamente racionais. Além disso, não há custos na negociação, regência e emprego do contrato. A perspectiva da teoria de custos de transação faz várias objeções a esses pressupostos.

Os fatores que determinam os custos de transação são:

#### **a) Racionalidade limitada e incerteza**

Herbert Simon afirma que o comportamento humano é intencionalmente racional, mas enfrenta limitações na sua capacidade de acumular e processar informações, em sua capacidade de transmissão de informações. Em um ambiente de incerteza como o sistema econômico essas características levam a existência de contratos incompletos, ou seja, as

partes que transacionam por meio de contratos não estão completamente garantidas sobre as incertezas do futuro. Mais que isso, há assimetrias de informação entre as partes, o que implica que se pode usar essa assimetria de informação para a construção de um contrato que, por fim, pode beneficiar mais uma das partes.

## **b) Oportunismo e especificidade de ativos**

A transmissão de informação de forma seletiva, distorcida, e promessas “autodesacreditadas” sobre o comportamento futuro do agente são caracterizadas como oportunismo. A assimetria de informações inclui as informações sobre a sinceridade das partes. Logo, isso torna os contratos ainda mais deficientes. Um exemplo clássico é o de uma usina termoeétrica construída ao lado de uma mina de carvão. A vantagem locacional de ambos empreendimentos seria perdida caso um deles se engajasse em comportamento oportunista (Milgrom & Roberts, 1990).

O oportunismo seria irrelevante para as firmas caso não houvesse especificidade de ativos. Os ativos específicos são aqueles no qual uma ou todas as firmas teriam custos irreversíveis caso a transação fosse, de alguma maneira descontinuada. Uma vez que há o investimento em um ativo específico o comprador e o vendedor passam a se relacionar de forma exclusiva, ou quase exclusiva.

### **5.3.2 Especificidade de Ativos**

Na pesquisa de campo buscou-se analisar fontes selecionadas de custos de transação que, presume-se, sejam relevantes para o impacto da pesquisa pública. Tem-se três medidas de especificidade dos ativos classificadas, segundo Fianni (2002), como:

1. Especificidade geográfica: a localização da construção de uma fábrica, ou da imobilização de capital físico através de um investimento gera custos irreversíveis, ou que só podem ser revertidos através de uma grande perda no valor produtivo de um investimento. Um exemplo para a agricultura é a compra de terra cujo solo é específico para uma determinada cultura na qual está especializada. Caso uma inovação biotecnológica diminua a flexibilidade geográfica de uma cultura, mas por outro lado

dê benefícios em, por exemplo, produtividade, a empresa terá feito um mau negócio, especialmente se a terra comprada não for adequada para a nova variedade. Por outro lado, o que se percebe no recente movimento na produção de cana de açúcar é a busca de uma especificidade crescente da variedade ao solo. Com isso, busca-se maximizar os ganhos de produtividades dado um determinado plantel varietal existente no mercado. Logo, resolvemos considerar como positivo um aumento da especificidade geográfica.

2. Especificidade física: equipamentos sobre encomenda ou maquinaria de uso específico que não tenha um mercado líquido de segunda mão se enquadram nesse caso. Um exemplo para o nosso caso em que aumenta a especificidade física dos ativos é a telagem das mudas, que implica na construção de estufas que são específicas ao cultivo de mudas teladas.
3. Especificidade de capital humano: o custo de treinamento de trabalhadores em uma função específica pode ser encarado como o custo irreversível desse ativo específico. Enquanto a metodologia ESAC atribui toda uma dimensão para captar os benefícios da capacitação, este subcritério estabelece um *trade-off* entre a melhor capacitação dos trabalhadores e o fato de que agora aumentou a especificidade do capital humano. Houve um custo de treinamento que tem um prazo de maturação para ser recuperado.

### **5.3.3 Dependência de mercado**

A dependência do mercado é uma *Proxy* dos custos de transação enfrentados pela empresa. No questionário, utilizamos duas medidas qualitativas para captar essa dependência:

- a) nível de internalização da produção: é uma proxy de como a empresa é dependente dos seus fornecedores, e
- b) capacidade de barganha: mede o poder de mercado da empresa em relação aos seus fornecedores.

### **5.3.4 Nível de contratualização**

O nível de contratualização da empresa é uma medida qualitativa que engloba dois aspectos. O primeiro, face a incerteza, oportunismo e especificidade de ativos, a firma se

engaja em contratos de modo a tornar a sua relação com o mercado mais previsível. O segundo, é que há considerável evidência estatística no país de que empresas inseridas no universo legal, tanto em sua relação com o governo, trabalhadores e outras empresas tendem a apresentar maior produtividade.(Ministério do Desenvolvimento, Indústria e comércio, 2002 )

### **5.3.5 Mensurando a especificidade dos ativos**

A dificuldade de mensuração dos custos de transação é conhecida na literatura. Joskow (1991), faz um breve relato dos testes empíricos para comprovar a existência de custos de transação em indústrias. Entre esses, Monteverde e Teece fizeram um estudo empírico sobre as decisões da Ford e General Motors entre internalizar a produção ou terceirizar diversos componentes. Os resultados comprovaram a teoria de que quanto maior a especificidade e complexidade do componente, mais provável seria que sua produção fosse internalizada.

Entretanto, a metodologia ESAC não tem a intenção de testar hipóteses sobre teorias já bastante estabelecidas. Dada o estado da arte presente, resolvemos utilizar medidas qualitativas da variação dos custos de transação.

## **6. Resultados da avaliação - Dimensão Econômica**

O questionário foi empregado na amostra(ver anexo) e determinou o valor qualitativo da variação nos componentes básicos. De modo a que possamos agrega-los e chegarmos a uma medida global de impacto, são necessários parâmetros de ponderação.

De acordo com a prática correta, esses seriam definidos por especialistas e representantes de grupos que tem interesse no processo inovativo. Esses *stake-holders* adicionariam uma dimensão política à avaliação da pesquisa pública, no sentido que os pesos para cada impacto são atribuídos por membros da sociedade com interesses diversos no processo. No caso do PROCANA e do programa CITROS, agricultores, consumidores, trabalhadores e pesquisadores. Nesse processo experimental, os pesos foram escolhidos de forma arbitrária.

A seguir, te-se uma lista dos componentes básicos e dos parâmetros de agregação a níveis hierarquicamente superiores até o impacto da dimensão econômica. Ele se torna inteligível com o auxílio da árvore de critérios, que esquematiza os níveis hierárquicos.

**Quadro : Componentes Básicos e Parâmetros de Agregação – Dimensão Econômica**

Componente básico	Descrição	peso (k) no 5º nível	peso (k) no 4º nível	peso (k) no 3º nível	peso (k) no 2º nível
Produtividade parcial dos Insumos	Indica a variação do custo total do fator insumos no período		0,25	0,40	
Produtividade Parcial do Trabalho	Indica a variação do custo total do fator trabalho no período		0,25		
Produtividade Parcial do Capital	Indica a variação do custo total do fator capital no período		0,25		
Produtividade Parcial da Terra	Mede o quanto se pode extrair de produção na mesma quantidade de terra		0,25		
Qualidade do produto	Mede a qualidade do produto no elo da cadeia analisado		0,50	0,40	0,7
Adequação aos padrões de mercado	Mede a compatibilidade do produto às condições de demanda do mercado		0,50		
Vulnerabilidade dos cultivares	Vulnerabilidade das culturas a pragas, variabilidade edafo-climática e fatores aleatórios	0,50	0,50	0,20	
Diversidade de variedades utilizadas pela empresa	Distribuição das variedades utilizadas pela empresa levando em conta a desigualdade de distribuição do plantel varietal	0,50			
Risco econômico	Incerteza sobre o retorno esperado do empreendimento				
Escala mínima requerida	Planta mínima necessária para aproveitar economias de escala que fazem com que o lucro seja não-nulo			0,20	0,2
Padrão de concorrência do mercado	Nível de competição do mercado		0,33	0,80	
Concentração	Desigualdade de <i>Market Share</i> entre os ofertantes do mercado		0,33		
Apropriabilidade - primeiro elo	Apropriação do excedente econômico gerado	0,15	0,33		
Apropriabilidade - segundo elo	Apropriação do excedente econômico gerado	0,00			
Apropriabilidade - terceiro elo	Apropriação do excedente econômico gerado	0,15			
Apropriabilidade - quarto elo	Apropriação do excedente econômico gerado	0,70			
Especificidade geográfica	Diminuição da flexibilidade das variedades quanto à localização geográfica e condições edafo-climáticas			0,13	0,1
Nível de internalização de Produção	Nível de verticalização da produção		0,50	0,27	
Capacidade de barganha	Capacidade de se apropriar de ganhos e impor perdas aos fornecedores e compradores do elo da cadeia analisado		0,50		
Nível de contratualização	Percentual do total de transações da empresa realizados dentro de contratos formais			0,20	
Especificidade dos ativos físicos	Quantidade relativa de capital imobilizado utilizado			0,2	
Especificidade dos ativos humanos	<i>Proxy</i> do capital gasto para treinar funcionários			0,2	



O programa PROCANA também apresenta uma menor complexidade de impactos, como é verificado pelo pequeno impacto dos *Custos de Transação* e das *Alterações Estruturais*, o que definitivamente o diferencia do Programa Citros. Pode-se argumentar que isto se deve às naturezas distintas dos Programas e que o Procana é muito mais próximo de um Programa de Pesquisa cuja difusão é incremental e sem impactos sobre a estruturação prévia do setor sucro-alcooleiro.

Novamente, o impacto significativo de 0,5 é visto na *Qualidade do Produto*. Apesar da importância menor (pelo baixo peso), tem-se que o Programa afeta os *Custos de Transação*, com impacto na *Especificidade Geográfica* das variedades geradas (0,55). O Programa gera também uma maior *Especificidade de Ativos Humanos*, elevando *Custos de Transação* (-0,21). As *Alterações Estruturais*, ao contrário do Programa Citros, foram irrelevantes.

Quanto aos elementos que conferem a adequação da metodologia à avaliação do Programa, o ponto de destaque é uma elevadíssima *aderência da estrutura* aos impactos, até maior que a verificada no Programa Citros. Todavia, quando se coloca a *aderência da atribuição*, o resultado é decepcionante (de 0,97 para 0,18). Um analista cético poderia acusar que a grade de impactos não é suficiente para captar a contribuição do Programa. Dada a elevadíssima *aderência da atribuição*, a conclusão é que existe um universo de mudança muito mais amplo nas atividades do complexo sucro-alcooleiro e em específico na produção de cana-de-açúcar do que o delimitado pelos componentes impactados pelo Procana.

A amostra escolhida se mostrou apenas medianamente coesa (0,56), logo o impacto não é uniformemente percebido entre os agentes. Os componentes básicos não seguem um padrão na amostra. Quando se trata da *coesão em relação à atribuição* da tecnologia ao impacto esse resultado piora ainda mais (0,27). Isso quer dizer que embora todos os membros da amostra estejam se aproveitando do pacote tecnológico, há uma grande disparidade entre a efetividade desse pacote em impactar a produção dos agentes, assim como da percepção de seus impactos no mercado de cana de açúcar. De fato, o programa PROCANA concorre com outros programas de melhoramento genético que estão no mercado. Alguns produtores preferem utilizar-se mais intensamente de serviços da Coopersucar, ou de outra instituição que desenvolve variedades e presta serviços técnicos.



**Quadro 6: Impactos Econômicos – Procana – Produtores Usinas – Jaú**

ECONOMICA - CANA - produtores/usinas Jaú	GERAL	PROG.	OUTRAS		Efeito Custo Preço	Vari da Prod. e Qual.	Impacto Econômico
Produtividade Parcial dos Insumos	-0,33	0,00	-0,33		-0,06 0,00 -0,08	-0,03 0,00 -0,03	0,03 0,00 0,03
Produtividade Parcial do Trabalho	0,00	0,00	0,00				
Produtividade Parcial do Capital	0,00	0,00	0,00				
Produtividade Parcial da Terra	0,00	0,00	0,00				
Qualidade do Produto	0,00	0,00	0,00		Efeito Qualidade		
Adequação aos Padrões de Mercado	0,00	0,00	0,00	Risco Produtivo	0,00 0,00 0,00		
Vulnerabilidade dos Cultivares	-0,67	0,00	-0,67	-0,33 0,00 -0,33	Risco		
Diversidade de Variedades Utilizadas	0,00	0,00	0,00				
Risco Econômico	0,33	0,00	0,33				
Escala Mínima Requerida	0,33	0,00	0,33		Variação da estrutura de mercado	Alterações Estruturais	
Padrão de Concorrência Do Mercado	1,00	0,00	1,00		0,22 0,00 0,22	0,24 0,00 0,24	
Concentração	-1,00	0,00	-1,00	Apropriabilidade			
Apropriabilidade - primeiro elo	0,67	0,00	0,67	0,67 0,00 0,67			
Apropriabilidade - segundo elo	0,00	0,00	0,00				
Apropriabilidade - terceiro elo	0,67	0,00	0,67				
Apropriabilidade - quarto elo	0,67	0,00	0,67				
Especificidade geográfica	1,00	0,00	1,00		Dependência do Mercado	Custo de Transação	
Nível de Internalização da Produção	0,00	0,00	0,00		0,33 0,00 0,33	0,09 0,00 0,09	
Capacidade de Barganha	0,67	0,00	0,67				
Nível de contratualização	0,00	0,00	0,00				
Especificidade dos Ativos Físicos	0,00	0,00	0,00				
Especificidade dos Ativos Humanos	-0,67	0,00	-0,67				

A análise da estrutura de impactos permite possibilidades de análise desagregada dos dados. Que se seguirá:

#### *Variação da produtividade e qualidade e risco*

Optou-se por avaliar os ganhos de produtividade através de indicadores qualitativos de produtividade parcial. O *Custo dos Insumos* e o *Custo do Trabalho* decaíram ligeiramente (respectivamente -0,03 e -0,06), embora não haja qualquer atribuição entre a tecnologia Procana e estes componentes. O *Custo do Capital* apresenta um impacto negativo de -0,27, mas com uma baixa atribuição da tecnologia (-0,02). A legislação ambiental induziu a utilização da mecanização, que é a principal causa dessa variação. Esse componente apresenta coesão dupla indicando que há um grupo utilizando-se da mecanização enquanto outro não investiu tanto nesse fator. Se dividirmos a amostra entre o grupo de Ribeirão Preto e o resto, verificamos que o impacto em *Custo do Capital* foi mais que o dobro negativamente do que nas regiões de Piracicaba e Jaú. Isso é um indicador que a mecanização em Ribeirão Preto está mais acentuada.

A *Produtividade da Terra* teve uma pequena melhora (0,07) sem quaisquer relações com a tecnologia.

A *Qualidade do Produto* cana de açúcar teve um aumento moderado (0,67), quase que totalmente associado à tecnologia avaliada (0,5). Dentre os demais componentes básicos, esse foi o que apresentou o maior impacto atribuído a tecnologia. A *Adequação aos Padrões de Mercado* teve um aumento pequeno (0,17), sendo 50% desse aumento

atribuído a tecnologia. Observamos que o indicador *Qualidade do Produto* tem maior impacto na região de Ribeirão Preto, enquanto na região de Piracicaba a *Adequação aos Padrões de Mercado* é mais significativa. Esses indicadores formam o *Efeito Qualidade* que teve um moderado aumento (0,42), cerca de 75% dele associado ao pacote Procana.

A *Vulnerabilidade dos Cultivares* (-0,06) manteve-se praticamente a mesma, sem quaisquer relações com a tecnologia. Associado a esse componente, formando o *Risco Produtivo*, temos a *Diversidade de Variedades Utilizadas*. Este componente apresentou um aumento moderado (0,67), entretanto suas causas têm mais a ver com o fato de que, através de crises passados, os agentes aprenderam a diversificar o plantel varietal de modo a tornar a sua produção total menos vulnerável a pragas e outras. Além disso, há um esforço para utilizar variedades precoces, superprecoces, e tardias de modo a reduzir a ociosidade das usinas ao longo do ano.

O *Risco Econômico* teve uma ligeira piora no período, e esse impacto é inteiramente atribuído à volatilidade do mercado e maior uso de capital fixo na produção. Associado ao *Risco Produtivo* tem-se que o *Risco* aumentou muito pouco no período, e esse aumento não está associado à inovação (0,15).

#### *Alteração estrutural*

Esse componente de segundo nível é caracterizado pela sua baixa relação com a tecnologia Procana. Grande parte das respostas indica ausência de relação com a tecnologia.

A *Escala Mínima Requerida* não apresentou quaisquer variações no período.

*Padrão de Concorrência no Mercado* apresentou um grande aumento (0,87), mas fortemente relacionado com outros fatores que não a tecnologia. As principais causas citadas são o processo de fusões, a entrada de capital estrangeiro, e a atratividade do mercado. A *Concentração* teve um aumento pequeno (0,15), inteiramente relacionado a fatores de mercado como fusões e incorporações. A *Apropriabilidade* do excedente gerado na cadeia produtiva se tornou mais desigual (-0,26), entretanto essa desigualdade de poder de mercado é muito decorrente de outros fatores que não a tecnologia, como a situação de demanda do produto cana de açúcar. Esses três componentes nos dizem que a *Variação Estrutural de Mercado* foi pequena (0,15). Não se pode dizer, entretanto que haja quaisquer relações com o pacote Procana.

## *Custos de Transação*

As respostas relacionadas ao componente de primeiro nível *Custo de Transação* são mais homogêneas do que nos demais. Apresentam nível de coesão 0,85. Além disso, é o componente em que há mais respostas não-nulas sobre a atribuição da tecnologia ao impacto.

A *Especificidade Geográfica* apresentou um grande aumento (0,73). Quase 80% desse aumento é relacionado com a programa Procana. Mais especificamente, o Programa AMBICANA, de manejo de ambientes de variedade permite uma escolha mais embasada sobre que tipo de variedade utilizar para cada tipo de solo.

Observa-se que o *Nível de Internalização da Produção* apresentou um ligeiro aumento (0,15). O que quer dizer justamente o contrário, que as empresas estão buscando terceirizar mais atividades em busca de serviços de melhor qualidade.

A *Capacidade de Barganha* teve uma pequena melhora (0,07). Entretanto isso se deve a elevada capitalização das empresas decorrente do mercado favorável, o que permite negociar melhores condições de compra. Não há, portanto, relação com a tecnologia.

O *Nível de Contratualização* apresentou uma melhora significativa (0,25). A formalização da mão de obra e mudanças nas relações com os fornecedores são apresentadas como causas para isso.

A *Especificidade dos Ativos Físicos* apresentou um ligeiro impacto (0,08) praticamente decorrente do uso intensivo de mecanização. Ao compararmos a região de Ribeirão Preto com a região de Piracicaba temos que enquanto esse componente aumenta em Ribeirão, ele diminui em Piracicaba. Novamente não há quaisquer relações com a tecnologia associada ao Procana, mas sim com o grau de mecanização das regiões.

A *Especificidade dos Ativos Humanos* teve um impacto fortemente negativo (-0,77). Isso se deve ao aumento da complexidade do processo produtivo que exige maior nível de treinamento dos funcionários. Além disso, o endurecimento da legislação trabalhista requer treinamentos para segurança do trabalho. 35% desse impacto é decorrente da tecnologia Procana.

## 6.2 Programa Citros

Quadro 7: Impactos Econômicos – Programa Citros

ECONOMICA - CITROS	GERAL	PROD	OUTRAS		Efeito Custo Preço	Vari. da Prod. e Qual.	Impacto Econômico
Produtividade Parcial dos Insumos	0,00	0,00	0,00		-0,05 -0,04 -0,01	0,39 0,37 0,02	0,21 0,20 0,01
Produtividade Parcial do Trabalho	-0,12	-0,09	-0,03				
Produtividade Parcial do Capital	-0,92	-0,92	0,00				
Produtividade Parcial da Terra	0,83	0,83	0,00				
Qualidade do Produto	1,00	1,00	0,00		Efeito Qualidade 0,97 0,94 0,02		
Adequação aos Padrões de Mercado	0,93	0,89	0,05	Risco Produtivo	Risco 0,10 0,00 0,10		
Vulnerabilidade dos Cultivares	0,00	0,00	0,00				
Diversidade de Variedades Utilizadas	0,21	0,00	0,21				
Risco Econômico	0,08	0,08	0,00			Varição da estrutura de mercado -0,03 -0,04 0,01	
Escala Mínima Requerida	-0,92	-0,92	0,00			Alterações Estruturais -0,20 -0,21 0,01	
Padrão de Concorrência Do Mercado	0,10	0,10	0,00				
Concentração	-0,33	-0,33	0,00	Apropriabilidade			
Apropriabilidade - primeiro elo	0,25	0,22	0,03	0,16 0,12 0,04			
Apropriabilidade - segundo elo	0,00	0,00	0,00				
Apropriabilidade - terceiro elo	0,57	0,57	0,00				
Apropriabilidade - quarto elo	0,05	0,00	0,05				
Especificidade geográfica	-0,08	0,00	-0,08		Dependência do Mercado	Custo de Transação -0,17 -0,17 0,01	
Nível de Internalização da Produção	0,83	0,83	0,00		0,58 0,46 0,13		
Capacidade de Barganha	0,33	0,08	0,25				
Nível de contratualização	0,07	0,00	0,07				
Especificidade dos Ativos Físicos	-1,00	-1,00	0,00				
Especificidade dos Ativos Humanos	-0,83	-0,47	-0,16				

O Programa Citros, no período em que o impacto foi avaliado, ainda apresenta um baixo impacto econômico (0,21). O impacto geral foi estimado como sendo 0,20, sendo o Programa, em grande parte, responsável por essas alterações, ou seja, praticamente todas as alterações foram relacionadas ao Programa.

Os resultados de aplicação da metodologia no que se refere à dimensão econômica mostrou-se particularmente útil por justamente evidenciar os impactos em componentes básicos da estrutura que não se referem apenas à *Varição da Produtividade, Qualidade e Risco* - estimado em 0,37 - mas também aos outros componentes, de *Alteração Estrutural* (-0,21) e de *Custos de Transação* (-0,17). O impacto modestamente positivo do Programa também se deve ao fato de que os componentes com contribuição negativa para o impacto receberam pesos menores, definidos pelos especialistas que analisaram a estrutura de impactos.

É importante ressaltar que a *aderência da estrutura de impactos*, estimada em 0,87 (significando uma pequena porcentagem de casos de não aplicação das questões do ponto de vista dos respondentes) mostrou-se adequada no caso desse Programa.

Também há uma forte *aderência da atribuição* no caso do programa Citros, de 0,69, ou seja, uma parcela significativa das medidas de impacto está relacionada ao Programa. Isto robustece a análise no que tange à dimensão econômica, na medida em que foi possível mapear o que é relevante na composição dos impactos econômicos e que parte significativa

desse impacto é relacionado ao Programa, independentemente do impacto ser considerado modesto. É interessante notar que os viveiristas (respondentes) consideraram a inovação em tela como sendo “radical”.

A amostra mostrou-se medianamente coesa (0,68). O fato é que quando se analisa os componentes básicos, vários tipos de coesão aparecem. Dada a natureza hierarquizada da análise, isto é um problema, uma vez que enfraquece a visão do conjunto dos impactos do Programa Citros.

A metodologia utilizada mostra-se útil para revelar problemas de percepção do impacto dos Programas. Quando se calcula o coeficiente de *coesão da atribuição* ( $Z\alpha$ ), de 0,27, percebe-se que os viveiristas têm opiniões divergentes sobre um grande número de componentes básicos no que concerne ao papel cumprido pelo Programa na geração do impacto. No caso específico desse Programa, tal indicador revela uma certa imaturidade na percepção de seus impactos: por mais que a estrutura capte adequadamente os problemas, os agentes ainda divergem quanto a seus benefícios, principalmente por que ele causa impactos diferenciados segundo as categorias de viveiros entrevistados. Deve-se levar em conta que pequenos e grandes viveiristas partem de pontos iniciais diferentes, e a própria produção de mudas em viveiros telados tem suas características específicas em viveiros grandes e pequenos.

Todavia, uma análise mais desagregada, revela, por exemplo, alta coesão no componente *Qualidade do Produto* e também na *Escala Mínima* requerida, que permitem confirmar a natureza do impacto envolvido neste tipo de Programa.

#### *Variação da Produtividade e Qualidade e Risco*

Como vimos, optou-se por avaliar os ganhos de produtividade através de indicadores qualitativos de alteração da participação dos fatores no custo, que chamamos de efeito custo-preço<sup>3</sup>. Isto não corresponde à medida de produtividade parcial, mas dá uma idéia da percepção dos impactos do Programa<sup>4</sup>.

---

<sup>3</sup> Não há separação desses efeitos, pois considera-se que o período de análise de impactos é adequado para que a mudança tecnológica - atribuída ou não ao programa - seja a causa principal das alterações verificadas

<sup>4</sup> Por questão de simplicidade, quando se refere ao “custo do trabalho”, quer-se dizer: mudança na participação do custo do trabalho no custo total de produção de mudas cítricas.

O *Custo do Trabalho* aumentou ligeiramente (-0,09), mas o *Custo do Capital* apresentou um impacto negativo elevado (-0,92), com total atribuição a tecnologia. Isto pode ser interpretado como uma mudança na participação relativa dos fatores, uma intensificação de capital introduzida pelo Programa. A utilização de estufas e equipamentos de fertirrigação teve papel preponderante nisso. Deve-se atentar para o fato de que o componente *Produtividade da Terra* teve uma grande melhora (0,83), entretanto esse não é um fator fundamental na produção de mudas, tendo pouco impacto na variação do custo. Ainda assim, é um forte indicador de racionalização do espaço utilizado para a produção de mudas cítricas.

A agregação desses impactos resulta em pouca importância do componente relacionado ao *Efeito Custo-Preço*, que foi de -0,04. Pode-se, portanto, afirmar que há uma compensação de efeitos em relação a este componente de impactos.

Passando ao componente relativo ao Efeito Qualidade, *Qualidade do Produto*, observou-se uma elevada contribuição positiva (1,00) e totalmente associada à tecnologia avaliada. A *Adequação aos Padrões de Mercado* teve também um impacto elevado (0,93), também inteiramente atribuído à tecnologia. Em relação ao componente *Risco Produtivo* - apenas um componente básico, a *Diversidade de Variedades Utilizadas* apresentou um moderado impacto positivo (0,21), devido a outros fatores que não podem ser atribuídas ao Programa que está sendo avaliado. O *Risco Econômico* teve uma ligeira melhora no período (0,08), sendo esse impacto atribuído ao planejamento da produção e a situação do mercado, decorrente da adoção da tecnologia. Ao agregarmos os dois componentes, observa-se que o *Risco* decaiu muito pouco no período (0,04).

Este resultado qualifica inequivocamente o Programa Citros: espera-se que os impactos na qualidade do produto e a adequação aos padrões de mercado mais que compensem as exigências maiores de capital. É importante notar também a importância do componente relativo a *Alteração da Estrutura*, que capta o fato de que os resultados desta dimensão – que revelam impacto positivo do Programa Citros – estarem sendo compensados por componentes como *Concentração de Mercado* ou *Apropriação de Resultados*. É disto que trataremos a seguir.

*Alteração Estrutural*

Esse componente de segundo nível é caracterizado pela sua alta relação com a tecnologia de viveiros telados e, portanto toda a variação nos componentes se relaciona com o Programa que está sendo avaliado.

A *Escala Mínima Requerida* teve um grande aumento no período (-0,92), inteiramente atribuído à tecnologia que, como mencionamos acima, devido ao aumento no capital fixo, gera custos médios decrescentes até um certo tamanho de planta. Somente os produtores que se apropriam dessas economias de escala mantiveram-se no mercado. *Padrão de Concorrência no Mercado* apresentou um ligeiro aumento (0,10), inteiramente relacionado com a tecnologia. Aventa-se a hipótese de a padronização da qualidade das mudas ter permitido um mercado mais eficiente pela redução da assimetria de informações.

A *Concentração* teve um aumento moderado (-0,33), cujas causas são o maior requerimento de capital físico (já mencionado) e de conhecimento técnico. Este exercício de avaliação mostra que a estrutura de impactos pode apresentar problemas no que diz respeito ao critério de exclusão e que isto depende do Programa que se está avaliando. Quando o mercado de mudas está em expansão, um aumento da escala mínima requerida é mais um indicador de padronização tecnológica e de perda de flexibilidade acarretada pelo Programa. Em situações de um regime seletivo mais apertado, este componente tem covariância positiva com o componente de concentração, sendo um bom teste utilizar apenas um deles na construção da estrutura de impactos. A *Apropriabilidade* do excedente gerado na cadeia produtiva aumentou como um todo para os elos da cadeia (0,16), impacto inteiramente relacionado à tecnologia. Esses três componentes nos dizem que a *Variação Estrutural de Mercado* foi pequena e negativa (-0,04), inteiramente relacionada à tecnologia de mudas teladas.

O impacto deste componente básico é de -0,21, refletindo o impacto concentrador do Programa, captado aqui como negativo do ponto de vista da dimensão econômica. O ponto aqui está relacionado ao desestímulo ao empreendedorismo. Esta é uma questão para futuras investigações empíricas, pois é preciso analisar seu comportamento em relação à dimensão social, principalmente sobre a geração de empregos.

#### *Custos de transação*

As respostas relacionadas ao componente de segundo nível *Custo de Transação* apresentam elevado nível de coesão 0,94. Entretanto, é o componente que há mais respostas

nulas em relação à participação da tecnologia (40%). Isto é um indicador de que há um conjunto de mudanças que ocorrendo no setor. Estas estão sendo captadas e não estão sendo atribuídas ao Programa, o que é um excelente resultado, dada à boa aderência verificada para a estrutura.

A *Especificidade Geográfica* não sofreu quaisquer alterações devido à tecnologia. Observa-se que o impacto correspondente à variação do *Nível de Internalização da Produção* foi elevado (0,83), o que pode ser interpretado pelo fato de que as empresas estão mais dependentes do mercado para compra de insumos e serviços terceirizados. O processo produtivo se tornou mais complexo e por isso, há maior oportunidade de especialização entre as empresas.

A *Capacidade de Barganha*, que teve uma pequena melhora em função do Programa, apresenta um impacto extremamente modesto (0,08). Isto significa que quando se avalia o impacto sem o isolamento da tecnologia, o resultado é 0,33, ou seja, a maior parte da variação desse componente se deve ao mercado de mudas de citros estar aquecido e da concentração ter aumentado. O *Nível de Contratualização* não apresentou quaisquer melhoras relacionadas à tecnologia. O fato é que muitas das empresas já operavam com um nível de contratualização elevado. A *Especificidade dos Ativos Físicos* apresentou um grande impacto (-1,00) inteiramente decorrente do uso intensivo de capital nas estufas e na fertirrigação. Também a *Especificidade dos Ativos Humanos* teve um impacto fortemente negativo (-0,47). Isso se deve ao aumento da complexidade do processo produtivo que exige maior nível de treinamento dos funcionários. Além disso, o endurecimento da legislação trabalhista requer treinamentos para segurança do trabalho.

O resultado agregado é, portanto de um moderado impacto negativo, (-0,17), significando que o Programa aumenta os *Custos de Transação*, o que, dado o peso definido pelos especialistas, reduz o impacto das vantagens econômicas associadas principalmente à qualidade do produto. Tal análise mostra o mérito da metodologia em alertar que resultados economicamente favoráveis, tomados pelas avaliações convencionais, impõem à cadeia produtiva novas fontes de fricções. Uma vez que o Programa é fruto de uma decisão de política, cabe a discussão sobre “falhas de estado” e medidas compensatórias, mecanismos de governança que atenuem as mudanças estruturais e o aumento do custo de transação,

ambos contribuindo para reduzir o impacto econômico do aumento da qualidade do produto.

## 7. Conclusão

Ao longo da construção da metodologia surgiram dificuldades consideráveis para sua operacionalização. É um lugar comum que a incerteza é inerente à atividade científica, e o mesmo se aplica à criação de metodologias para avaliá-la.

Foi mantido o ideal original: uma metodologia de baixo custo, rápida aplicação, que permitisse o monitoramento contínuo dos programas, e, especialmente, que facilitasse o diálogo e explicitasse os *tradeoffs* presentes entre as mesmas. Entretanto, foi necessário abdicar em certas ambições.

A primeira concessão foi à desistência da utilização de um instrumental quantitativo mais rigoroso, em especial no que concerne a mensuração da produtividade. Isso se deveu não tanto a natureza da tecnologia, mas a ausência de informações precisas sobre as séries históricas de produção e utilização de fatores por parte dos atores, um preço a pagar por trabalhar em níveis muito desagregados.

A segunda concessão foi quanto a não utilizar algum mecanismo de simulação contrafactual. Isso retira legitimidade aos resultados. A utilização dos coeficientes de atribuição pode ser considerada um instrumento excessivamente subjetivo, pois tem a intenção de que os atores, em seu mundo de informação e discernimento imperfeito, poderem isolar o que é uma variação devido à mudança tecnológica ou a preços relativos, novas condição de oferta e demanda a montante e a jusante, interação entre a tecnologia analisada e outras, também dinâmicas, que contribuem ao processo produtivo.

A terceira concessão diz mais respeito ao programa Citrus. O impacto positivo encontrado no programa desconsidera o fato de que muitos viveiristas tiveram que decretar falência, em especial os de menor porte. A metodologia pressupõe que os atores à época da inovação tecnológica e no momento da avaliação são os mesmos.

Entretanto, todo processo de enquadramento de uma realidade dinâmica em uma estrutura simplificada, de modo a que possamos apreendê-la em categorias, implica perda de informação. Essa perda é o preço que se paga por organizar os conhecimentos em torno de uma estrutura inteligível. Em defesa da metodologia, os outros métodos de avaliação da

pesquisa apresentados na seção 3 da monografia são mais restritivos no que tange ao volume de informação que é analisado.

Ao final do processo, podemos dizer que o objetivo principal da metodologia ESAC não é julgar se determinada inovação tem um impacto muito positivo, ou pouco positivo. Antes, sua riqueza consiste em explicitar que toda mudança implica perdas e ganhos. E, de modo claro, ela esquematiza onde estão as perdas, e onde estão os ganhos.

O *policy maker* ganha uma visão ampla da realidade afetada pela tecnologia, ao mesmo tempo em que isso é feito de modo esquemático e sistemático. Nesse sentido, ela cumpre um objetivo diferente dos estudos de caso, onde se busca enfatizar determinados aspectos considerados relevantes para entender o processo, mas de modo não-padronizado e a um custo de recursos e tempo incompatível com o monitoramento contínuo de projetos.

Mais especificamente à área econômica, acredito que foi bem sucedida a integração entre os critérios de variação da produtividade com a variação nos custos de transação e da estrutura de mercado. Esses são fatores raramente enfatizados, mas que tem fundamental importância na organização do mercado e em sua dinâmica.

Por fim, devo reforçar a crença de que a metodologia ESAC é um passo importante em fugir do raciocínio excessivamente economicista, percebendo que há uma valoração política pela sociedade de aspectos que afetam a vida social e do trabalho, o meio ambiente e o uso sustentado de recursos, e a capacitação de recursos humanos que torna o processo de inovação sustentável.

## 8. Questionário - anexo

---

### Políticas Públicas para a Inovação Tecnológica na Agricultura do Estado de São Paulo: Métodos para Avaliação de Impactos da Pesquisa

Entrevistado:

Cargo:

Empresa:

Local:

Outras unidades:

Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Início: \_\_\_ : \_\_\_ Término: \_\_\_ : \_\_\_

Entrevistador:

#### Instruções para preenchimento:

- 1) Avaliar as mudanças ocorridas no intervalo de tempo entre o momento imediatamente anterior à introdução da nova tecnologia ( $t_0$ ) e o momento presente ( $t_1$ ).
- 2) As questões numeradas exigem duas respostas. A primeira (x) se refere ao impacto observado pela alteração do componente descrito. A segunda ( $\alpha$ ) se refere à relação entre o impacto observado e a introdução da tecnologia.
- 3) As questões não numeradas são complementares e devem ser respondidas qualitativamente ou quantitativamente conforme a exigência.

Descrição	Coefficiente de alteração do componente (x)
não se aplica	X
Grande aumento	+3
moderado aumento	+2
pequeno aumento	+1
não houve alteração	0

pequena diminuição	-1
moderada diminuição	-2
grande diminuição	-3

Descrição	Atribuição ( $\alpha$ )
Nenhuma	0
quase nenhuma	1
Média	2
Quase total	3
Total	4

## DIMENSÃO ECONÔMICA

### VARIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE E QUALIDADE

#### A. Efeito custo-preço

##### A.1 Produtividade Total dos Fatores

A produtividade total da produção variou?

x: -3   -2   -1   0   +1   +2   +3   X

$\alpha$ : 0   1   2   3   4

Obs:

##### A.2 Medidas de Produtividade Física

O peso do custo dos insumos, incluso agroquímicos em seu custo total variou?

x: -3   -2   -1   0   +1   +2   +3   X

$\alpha$ : 0   1   2   3   4

Obs:

O peso do custo da mão de obra empregada em seu custo variou?

x: -3   -2   -1   0   +1   +2   +3   X

$\alpha$ : 0   1   2   3   4

Obs:

O peso do custo da maquinaria e instalações físicas empregadas, incluso a depreciação, em seu custo total variou?

x: -3 -2 -1 0 +1 +2 +3 X

$\alpha$ : 0 1 2 3 4

Obs:

Como variou a produtividade da terra no período considerado?

x: -3 -2 -1 0 +1 +2 +3 X

$\alpha$ : 0 1 2 3 4

Obs:

## B. Efeito qualidade

### B.1 Ganho de diferenciação do produto

Houve ganhos de qualidade no produto mudas de citrus/cana de açúcar? Em que nível a qualidade variou?

x: -3 -2 -1 0 +1 +2 +3 X

$\alpha$ : 0 1 2 3 4

Obs:

### B.2 Adequação aos padrões de mercado

O consumidor de seu produto está mais satisfeito com as características do seu produto(mudas de citrus/cana de açúcar)?Em que nível pode se qualificar este benefício?

x: -3 -2 -1 0 +1 +2 +3 X

$\alpha$ : 0 1 2 3 4

Obs:

## C. Risco

### C.1 Risco Produtivo

Como variou a vulnerabilidade da produção no período considerado?

x: -3 -2 -1 0 +1 +2 +3 X

$\alpha$ : 0 1 2 3 4

Obs:

Como variou a diversidade de variedades utilizadas pela empresa?

x: -3 -2 -1 0 +1 +2 +3 X

$\alpha$ : 0 1 2 3 4

Obs:

### C.2 Risco econômico

Como variou o risco econômico após a adoção no período considerado?

x: -3    -2    -1    0    +1    +2    +3    X

$\alpha$ : 0    1    2    3    4

Obs:

### ALTERAÇÕES ESTRUTURAIS (do mercado)

#### D. Escala Mínima Requerida

Como variaram os requisitos mínimos de produção( no caso de citros, de quantidade mudas produzidas) necessários para tornar o empreendimento economicamente viável?

x: -3    -2    -1    0    +1    +2    +3    X

$\alpha$ : 0    1    2    3    4

Obs:

#### E. Variação na estrutura de mercado

##### E.1. Variação no padrão de concorrência

Houve mudanças no padrão de concorrência do mercado?

x: -3    -2    -1    0    +1    +2    +3    X

$\alpha$ : 0    1    2    3    4

Obs:

##### E.2 Concentração

Como variou a concentração do mercado?

x: -3    -2    -1    0    +1    +2    +3    X

$\alpha$ : 0    1    2    3    4

Obs:

##### E.3 Apropriabilidade/Distribuição dos ganhos

Como cada elo da cadeia produtiva se apropriou do excedente gerado na cadeia?

Qualificando sua resposta sobre os possíveis beneficiários:

Fornecedor de cana/ fornecedor de mudas de citros

x: -3    -2    -1    0    +1    +2    +3    X

$\alpha$ : 0    1    2    3    4

Obs:

Intermediário

x: -3    -2    -1    0    +1    +2    +3    X

$\alpha$ : 0 1 2 3 4

Obs:

Usina/destilaria/ plantação de laranjas

x: -3 -2 -1 0 +1 +2 +3 X

$\alpha$ : 0 1 2 3 4

Obs:

Consumidor final

x: -3 -2 -1 0 +1 +2 +3 X

$\alpha$ : 0 1 2 3 4

Obs:

### CUSTOS DE TRANSAÇÃO

#### F. Especificidade geográfica

As variedades utilizadas estão menos flexíveis com respeito a mobilidade geográfica?

x: -3 -2 -1 0 +1 +2 +3 X

$\alpha$ : 0 1 2 3 4

Obs:

#### G. Dependência do mercado

##### G.1 Nível de internalização da produção

Como variou a necessidade de despesas e serviços externos no período considerado?

x: -3 -2 -1 0 +1 +2 +3 X

$\alpha$ : 0 1 2 3 4

Obs:

##### G.2 Capacidade de barganha

Como variou sua capacidade para negociar com outras firmas(fornecedores e compradores?)

x: -3 -2 -1 0 +1 +2 +3 X

$\alpha$ : 0 1 2 3 4

Obs:

#### H. Nível de contratualização

Como variou o número e valor de seus contratos/acertos formais ?

x: -3 -2 -1 0 +1 +2 +3 X

$\alpha$ : 0 1 2 3 4

Obs:

#### I. Especificidade dos ativos físicos

Como variou a relação entre o capital imobilizado e o capital requerido?

x: -3   -2   -1   0   +1   +2   +3   X

$\alpha$ : 0   1   2   3   4

Obs:

#### J. Especificidade dos ativos humanos

Houve alteração no oferecimento de treinamentos profissionais?

x: -3   -2   -1   0   +1   +2   +3   X

$\alpha$ : 0   1   2   3   4

Obs:

---

## 9. Definição da Amostra - Anexo

A amostra foi definida segundo discussão interna no grupo GEOPI(DPCT) e através do auxílio de pesquisadores das instituições parceiras ao projeto. O texto a seguir é baseado em GEOPI(2002), e detalha como a amostra foi definida, para a pesquisa de campo.

No caso de citros, o **tamanho** da propriedade dos viveiros se apresentou como "corte" mais apropriado, dado que são importantes as diferenças entre viveiros de diferentes tamanhos (pequenos, médios e grandes). No caso de cana-de-açúcar, ressaltou-se a diferenciação por **região** para a elaboração da amostra - Região de Piracicaba, de Ribeirão Preto e de Jaú (localidade onde tem crescido a produção dessa cultura).

A amostra é do tipo intencional e procurou cobrir os diferentes atores e categorias propostas (tamanho de propriedade para citros, e região de produção para cana-de-açúcar) para o levantamento das informações no campo.

- **PROCANA**

Como dito, a amostra foi escolhida segundo as regiões canavieiras mais importantes do Estado de São Paulo, que são: Ribeirão Preto e Piracicaba. Além disso, como a região de Ribeirão Preto agrupa a maior concentração de usinas do Estado e também cerca de 50%

das usinas conveniadas ao Procana, decidiu-se concentrar a amostra nesta localidade. Embora a região de Jaú não seja tão expressiva na cultura de cana-de-açúcar, foi escolhida uma usina deste local para servir de contraponto às usinas das duas principais regiões. Desta maneira, os dados poderiam ser confrontados possibilitando um enriquecimento da avaliação.

Segundo dados da Única (União da Agroindústria canavieira de São Paulo), estima-se que existem cerca de 120 usinas e destilarias no Estado de São Paulo, onde foram processadas 176 milhões de toneladas de cana na safra 2001/2002. Destas 120 usinas, 28 são conveniadas ao Procana<sup>5</sup> e, deste grupo, foram selecionadas 10 para compor a amostra (36% do número de usinas conveniadas ao Procana em São Paulo). A produção de cana das usinas selecionadas corresponde a aproximadamente 30 milhões de toneladas (17% da safra 2001/2002 do ESP).

Embora as dimensões sociais e de capacitação tenham requerido entrevistas com sindicatos e pesquisadores do PROCANA, respectivamente, na dimensão econômica optou-se por se restringir a amostra para as usinas de cana de açúcar que participem do programa. No quadro a seguir temos o perfil das usinas analisadas:

**Quadro 1: Descrição Produtores/Usinas entrevistados – Procana**

---

<sup>5</sup> 28 usinas conveniadas no Estado de São Paulo e 32 no total de convênios do Procana.

Produtores/Usinas						
Categoria	Entrevistado	Local	Ano de adoção do Procana	% área com variedades IAC	% colheita mecanizada	Nº funcionários
Ribeirão Preto	Diretor agrícola	São Joaquim da Barra	1995	0,93%	50%	2000
Ribeirão Preto	Coordenador de qualidade agrícola	Pradópolis	1994	2%	85%	4000
Ribeirão Preto	Coordenador área industrial e área melhoramento/qualidade	Guaira	1998	-	30%	2750
Ribeirão Preto	Coordenador agrícola	São Joaquim da Barra	1994	4%	36%	2500
Ribeirão Preto	Gerente Agrícola	Catanduva	-	-	-	2000
Ribeirão Preto	Gerente Corporativo Agrícola	Itapira/Catanduva	1996	6%	25%	3074
Piracicaba	Gerente Agrícola	São João da Boa Vista	1994	3%	50%	2105
Piracicaba	Gerente da Divisão Agrícola	Araras	1998	2,50%	25%	500
Piracicaba	Chefe da área técnica	Cosmópolis	1995	0,50%	50%	499
Jauá	Gerente de tecnologia agrícola	Lins	2000	0,70%	20%	2800

- Citrus

No caso do Programa Citros, as entrevistas foram realizadas com os proprietários/responsáveis dos viveiros e também com os pesquisadores do Programa. Dadas as importantes diferenças entre viveiros de diferentes tamanhos, a amostra contou com pequenos, médios e grandes viveiros. Considerou-se viveiros pequenos aqueles com até 100 mil mudas; viveiros médios aqueles com produção entre 100 mil e 300 mil mudas; e viveiros grandes aqueles que produzem mais de 300 mil mudas.

A amostra em citros baseou-se em 10 viveiros no caso das dimensões econômica, social e ambiental e em 8 viveiros no caso da dimensão capacitação. Entretanto, nesse último caso, foram também entrevistados dois pesquisadores do Centro APTA Citros.

A amostra baseada em 10 viveiros corresponde a 2,5% do número total de viveiros telados (424 no mês de abril de 2003) no ESP e a 50% da produção de mudas em ambiente telado (6.876.545 mudas no mês de abril). Já os dois pesquisadores correspondem a 29% do número total de pesquisadores do Programa Citros, composto por 3 doutores e 4 técnicos. A amostra para a avaliação de impactos do Programa Citros ficou composta como está apresentada abaixo.

**Quadro 2: Descrição dos viveiros entrevistados – Programa Citros**

Viveiros					
Categoria	Entrevistado	Local	instalação viveiro telado	Produção	Nº funcionários
Pequeno	Proprietário	Tabatinga	2000	Comercial e consumo próprio	2
Pequeno	Proprietário	Araraquara	1998	Produção Terceirizada	5
Médio	Proprietário	Bebedouro	1999	Comercial e consumo próprio	10
médio	proprietário	Matão	2000	comercial	12
Médio	Administrador	Mogi-Guaçu	1999	Consumo próprio	10
Médio	Administrador	Gavião Peixoto	1997	Comercial e consumo próprio	15
Grande	Proprietário	Araras	1999	Comercial	50
Grande	Proprietário	Conchal/Rio Claro	1998	Comercial e consumo próprio	80
Grande	Responsável da área ambiental	Gavião Peixoto	1999	consumo próprio	160
Grande	Gerente administrativo	São João da Boa Vista	1999	consumo próprio	138

## 10. Bibliografia

Ávila, A. F. D., Cruz, E. R., Castro, J. P. R. & Quirino, T. R. (1998) *Avaliação dos impactos sócio-econômicos da pesquisa agropecuária*. Brasília, D.F.: Embrapa/mimeo, coletânea de artigos.

Araújo, P. et al. (2002). “O Crescimento da Agricultura Paulista e as Instituições Públicas Numa Perspectiva de Longo Prazo. FAPESP/ESALQ, mimeo, 227p.

Avila, F.D. (2001). *Avaliação dos Impactos Econômicos, Sociais e Ambientais da Pesquisa da Embrapa: metodologia de referência*. Embrapa, mimeo., 120p.

Capalbo, S.M. & Antle, J.M. (1988) *Agricultural Productivity Measurement and Explanation*. Washington Resources, 404 p

Carmo, H. C. E & Silva, G. L. S. P (1986) *Como Medir a Produtividade Agrícola: Conceitos Métodos e Aplicações para o Caso de São Paulo*. Agricultura em São Paulo

Caves, D.W, Christensen L. R, Diewert W. E (1982) *The economic theory of index numbers and the measurement of input, output and productivity using superlative index numbers*. *Econometrica* Vol 50., no 6. pp1393-1414.

Coase, R.H. (1937) *The Firm, the Market, and the Law*. The university of Chicago Press.

David, P. & Hall, B. *Heart of the darkness: public and private interactions inside the R&D Black Box*. Berkeley: University of California at Berkeley, mimeo, 1999b, 24p.

(emlab.berkeley.edu/user/bhhall/index.html)

Diewert, W.E. & Walles, T.J. (1988) *Flexible functional forms and global curvature conditions*. *Econometrica* 37:327-42.

- Diewert, W.E. (1976). *Exact and Superlative Index Numbers*. Journal of Econometrics vol4, no 2, pp.284-316
- Diewert, W.E (1971) *An Application of the Sheppard Duality Theorem: Generalized Leontieff Production Function*. Journal of Political Economy vol 79, no 3, pp 481-507
- Diewert, W. E. (1981) *The Economic Theory of Index Numbers: a Survey*. In A. Deaton. Ed. *Essays in the Theory of Consumer Behavior in Honour of Sir Richard Stone*. (Cambridge University Press).
- Evenson, R. & Ávila. A. (1998) *Total Factor Productivity Growth in Brazil and the Role of Agricultural Research*. *Economia Aplicada*, vol. 2 Número 2. p317-356.
- Fianni, R. (2002) *Teoria dos custos de transação*. in Hasenclaver, L. & Kupfer, D. (orgs). *Economia Industrial – fundamentos teóricos e práticas no Brasil*. Cap12. Editora Campus.
- GEOPI (2000) *Políticas Públicas para a Inovação Tecnológica na Agricultura no Estado de São Paulo: Métodos para Avaliação de Impactos da Pesquisa*. Projeto Políticas Públicas, Fapesp, mimeo.
- GEOPI(2003) *Políticas Públicas para a Inovação Tecnológica na Agricultura no Estado de São Paulo: Métodos para Avaliação de Impactos da Pesquisa*. Projeto Políticas Públicas, Fapesp – Relatório Final, mimeo.
- Joskow, P. (1991) *Asset specificity and structure of vertical relationships: Empirical evidence.*” In Williamson, O. & Winter, S. (orgs): *The Nature of the Firm: Origins, Evolution, and development*. Oxford University Press.
- Langlois, R. & Robertson, G. (1980) *Firms, markets, and economic change – a dynamic theory of business institutions*.cap 2 e 6. Editora Routledge.
- Martin, S.( 2002) *Advanced Industrial Economics*. Blackwell Publishers.
- Milgrom, P. & Roberts, J. (1990) *Economics, Organization and Management*. Editora Prentice-Hall International Inc..
- Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio. Forum de competitividade – diálogo para o desenvolvimento. Mimeo.2002
- Roy, B & Boyssou, D. (1993) *Aide multicriteré à la décision: méthodes et cas*. Ed. Economica. Paris.
- Schumpeter, J. A.(1984) *Capitalismo, Socialismo e Democracia*. Zahar Editores..

- Simon, H.(1979) *Comportamento Administrativo – estudo dos processos decisórios nas organizações administrativas*. 3ª edição. Instituto de documentação da Fundação Getúlio Vargas.
- Simonsen, M. H. (1971) *Teoria Microeconômica*. 2ª edição. Editora da Fundação Getúlio Vargas.
- Varian, H. R (1994). *Teoria Microeconômica Básica*. 1ª edição brasileira. Editora Campus.
- Viscusi, W & Vernon, J & Harrigoton, J. (1996) *Economics of regulation and Antitrust*. MIT Press. Cambridge, Massachusetts.
- Zackiewicz M.(2001) *Métodos de auxílio à tomada de decisão por meio da análise multicritério..* Nota técnica/Projeto Fapesp, Políticas Públicas, GEOPI/DPCT, 29/01/2001, *mimeo*.
- Zackiewicz, M. (2002) *O Modelo de Avaliação de Impactos. Nota Técnica do projeto Políticas Públicas para a Inovação Tecnológica na Agricultura do ESP*. *mimeo*, 10p.
- Zackiewicz, M. (2002) *Nota técnica*. Geopi/DPCT. *Mimeo*.