

TECNOLOGIA APROPRIADA: UMA PROPOSTA DE CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO E SUA APLICAÇÃO

Belmiro Valverde Jobim Castor *

SÍNTESE

As idéias a respeito da chamada Tecnologia Apropriada podem ser importantes auxiliares na formulação de políticas e decisões alocativas, mas a viabilidade de seu uso depende da definição de critérios para avaliar, multidimensionalmente, diferentes tecnologias possíveis. Neste artigo propõe-se um grupo de critérios de avaliação e exemplifica-se o seu uso, analisando o desenvolvimento agrícola do Paraná.

INTRODUÇÃO

Poucas dimensões do processo de transformação experimentado pela sociedade brasileira nos últimos vinte ou trinta anos são tão facilmente perceptíveis quanto a modernização tecnológica. De uma forma ou de outra, a grande maioria dos indivíduos experimentou, em escala significativa, os efeitos, positivos e negativos, da modernização operada nos produtos e processos em uso no país. A agricultura mecanizada e capital-intensiva é hoje dominante em vastas áreas brasileiras, enquanto a indústria sofisticou-se reduzindo o uso do trabalho humano. A internacionalização da economia é visivelmente crescente. As telecomunicações melhoraram dramaticamente, e o computador, símbolo conspícuo da modernidade, é hoje, parte integrante da vida de todos.

Estas e muitas outras mudanças parecem processar-se de maneira determinista e inexorável, como parte do processo que se denomina de progresso ou desenvolvimento. Fatalisticamente, o indivíduo vê o seu emprego desaparecer, o ambiente natural ser alterado ou degradado e o tecido social modificado ou rompido em nome da eficiência econômica, ingrediente essencial do processo de desenvolvimento.

É evidente que, implícita na noção de desenvolvimento, está a esperança de que, ao longo do processo e ao fim dele, novos e mais elevados patamares de bem-estar sejam alcançados pelos indivíduos e pelas sociedades, e para que isto ocorra, a contínua evolução da tecnologia é vista como uma peça vital.

A história mostra que, em todas as épocas, a tecnologia exerceu um verdadeiro fascínio sobre o homem. Não sem razão, pois grandes transformações experimentadas pela humanidade estão associadas, intimamente, à descoberta de novos produtos ou processos de produção. À evolução tecnológica, atribuíram-se poderes quase míticos na solução dos problemas humanos e na satisfação das necessidades e desejos dos indivíduos. Mas, como é visível que estes estão cada vez mais distantes do bem-estar e da crescente felicidade que a evolução tecnológica parecia prometer, a fé nesse *deus-ex-machina* está-se erodindo rapidamente nos últimos anos. E as mentes mais lúcidas (ou mais alarmadas) passam a indagar, com inquietadora fre-

quência, até que ponto a qualidade da vida humana está realmente ganhando com a contínua modernização dos padrões tecnológicos e a perceber que, enquanto algumas tecnologias estão, realmente, contribuindo de maneira decisiva para o aumento do bem-estar dos indivíduos e o aprimoramento dos sistemas sociais, outras levam apenas, à degradação progressiva da qualidade da vida humana.

É este o tipo de preocupação que fundamenta a discussão a respeito da chamada *tecnologia apropriada*.

Este artigo aborda a importância da dimensão tecnológica para a manutenção, elevação ou degradação da qualidade de determinado sistema social, detendo-se em um dos aspectos centrais do assunto: a definição do grupo de critérios a serem utilizados para o fim de determinar-se se uma tecnologia é ou não apropriada. Neste sentido, algumas contribuições são revistas e um grupo de critérios é proposto. Finalmente, o uso de tais critérios é panoramicamente exemplificado com o caso da modernização da agricultura levada a cabo no Estado do Paraná nos últimos vinte anos.

Antes de ser iniciada a discussão, é necessário uma palavra de alerta: ao isolar-se, para fins de análise, a dimensão tecnológica de fenômenos sociais complexos, não se pretende atribuir-lhe qualquer independência ou autonomia em relação às outras dimensões do mesmo fenômeno. Ou em outras palavras, não se desconhece que a escolha e adoção de determinada tecnologia é influenciada ou determinada por fatores econômicos, sociais, políticos e institucionais de maior magnitude. Porém, a análise das tecnologias empregadas, da forma aqui descrita, constitui-se em precioso auxiliar metodológico para identificar as variáveis críticas e suas inter-relações, à medida que sistematiza e facilita o entendimento dos impactos gerados pela tecnologia analisada sobre diferentes aspectos do sistema social em que é (ou vai ser) empregada. Daí a utilidade que se empresta a esse tipo de análise como auxiliar na formulação de políticas e estratégias alocativas.

Por outro lado, vale também alertar para a limitação conceitual que é, deliberadamente, imposta ao termo *tecnologia*, o qual pode ser entendido em diferentes níveis de generalidade e abstração.

Este artigo refere-se, essencialmente, às tecnologias empregadas nas atividades econômicas dos sistemas sociais, ou seja, aos produtos, processos de produção e formas de organização social empregados nos setores produtivos. Esse estreitamento conceitual é indispensável para permitir a

* Ph. D. em Administração Pública, Professor Titular da Universidade Federal do Paraná. Secretário do Planejamento do Governo do Estado do Paraná.

melhor utilização do tipo de análise aqui apresentada como auxiliar na formulação e avaliação de políticas e decisões tecnológicas ou alocativas em geral.

QUE É TECNOLOGIA APROPRIADA?

Howes é cético quanto à possibilidade de responder esta pergunta de maneira inquestionável, à medida que “todas as técnicas de produção são apropriadas ao interesse de alguém e virtualmente qualquer coisa pode ser (e tem sido) justificada como apropriada, de acordo com um critério ou outro” (Howes, 1979).

Apesar do justificado pessimismo desta afirmativa (que lembra que a primeira pergunta a ser feita é “para que e para quem a tecnologia é apropriada”) duas respostas básicas podem ser articuladas.

A primeira é fundamentada na teoria de mercado. Para esta, a escolha de uma tecnologia nada mais deve ser do que a definição de meios economicamente eficientes de cumprir uma tarefa produtiva, satisfazer uma necessidade ou um desejo. A otimização da eficiência dá-se — assim prescreve a teoria — quando os preços são deixados flutuar livremente, pois, espontaneamente, eles levarão à melhor alocação de recursos possíveis. Portanto, uma tecnologia será considerada mais apropriada à medida que, mais eficientemente, for capaz de satisfazer necessidades, desejos e objetivos, cuja intensidade é medida pela disposição dos indivíduos em pagar certo preço para ter determinado produto.

De acordo com os princípios de mercado, preocupações com a exaustão de recursos ou a degradação ambiental podem, perfeitamente, ser tratadas pelos mecanismos de preços. Estimulados por preços altos, resultantes da escassez, produtores introduzirão sucedâneos e desenvolverão processos para reciclar as matérias-primas, enquanto consumidores restringirão a demanda, abolindo o desperdício.

Por sua vez, o problema da degradação ambiental poderia ser resumido a uma questão de externalidades, cuja resolução estaria na negociação entre causadores e vítimas da poluição. À medida que estas últimas exigissem dos poluidores maiores recompensas para suportar os desconfortos por estes causados, os produtores veriam seus custos onerarem-se, o que os estimularia a procurar soluções técnicas menos poluitivas.

Em síntese, para os advogados da resposta “de mercado”, tecnologias apropriadas nada mais são do que tecnologias economicamente eficientes, mas basta examinar as dificuldades para definir-se o que é *eficiente* para que a fragilidade dessa posição fique evidente.

A ENGANOSA NOÇÃO DE EFICIÊNCIA

Uma definição comumente aceita descreve *eficiente* como “a) capaz de agir ou produzir eficazmente, com um mínimo de esforço ou resíduo; b) capaz de exibir uma alta relação entre produto e insumo” (*American Heritage Dictionary of the English Language*, 1976).

Todos esses requisitos, aplicados à tecnologia, podem assumir, no entanto, significados diametralmente opostos, dependendo dos pressupostos assumidos pelo observador. Por exemplo, a fabricação de plásticos é altamente eficiente em termos de utilização de matérias-primas, e os resíduos do processo de fabricação são mínimos; os plásticos, em

contrapartida, são virtualmente indestrutíveis pelos processos de degradação natural. Se se enfatizar o primeiro aspecto, a tecnologia dos plásticos será considerada altamente apropriada (porque eficiente); se se fizer isso com o segundo, a mesma tecnologia será considerada não apropriada.

Máquinas e produtos químicos multiplicam a capacidade mecânica dos seres humanos e as potencialidades da natureza, reduzindo, conseqüentemente, o esforço para produzir determinado efeito. No entanto, se se levar em conta que a utilização de máquinas e produtos químicos tem um custo global em termos de energia, ver-se-á que a questão é bem mais complexa.

Qual das duas agriculturas é mais eficiente, a da Índia ou a dos Estados Unidos? A resposta convencional seria quase óbvia: a americana, pois são obtidas nos Estados Unidos safras três vezes maiores na mesma unidade de área. O agricultor americano produz muito mais, em média, do que seu colega indiano. Se se tomar a demanda energética global, porém, verificar-se-á (como fez Ophuls, 1977) que, nos Estados Unidos, são utilizados dez vezes mais insumos energéticos por unidade de área do que na Índia. Portanto, sob o aspecto energético (que é crucial) a agricultura americana é menos eficiente que a Índia.

Estas e outras críticas, já bastante conhecidas nos meios acadêmicos e científicos, estabelecem as bases para uma resposta alternativa à questão da tecnologia apropriada e formam o contexto dentro do qual tal conceito deve ser entendido.

TECNOLOGIA APROPRIADA: A RESPOSTA ALTERNATIVA

A questão da tecnologia apropriada tem sido tratada sob diferentes títulos (além de tecnologia apropriada, são comuns as denominações de tecnologia alternativa, tecnologia intermediária e tecnologia não agressiva, por exemplo) e por diferentes linhas de pesquisa e trabalho científico já bastante conhecidas no Brasil.

Três ênfases básicas podem ser identificadas ao longo de todo trabalho dedicado ao desenvolvimento do conceito de tecnologia apropriada: a preocupação com o significado sócio-político das tecnologias; com o seu tamanho, nível de modernidade e sofisticação; e com o impacto ambiental causado por elas.

A suposta neutralidade de valor, que é atribuída pela teoria de mercado à tecnologia, é contestada por autores como Langdon Winner e David Dickson, por exemplo. Para Winner (1979), é impossível distinguir se “uma fábrica é uma instituição tecnológica ou social” enquanto Dickson (1975) vê na tecnologia dominante um instrumento de controle coletivo.

Dickson, compreensivelmente, é cético quanto à possibilidade e utilidade de desenvolver uma tecnologia alternativa sem um projeto *político alternativo* que a acompanhe ou preceda. Sem preocupação de detalhes, formulou propostas do que chamou de *tecnologia utópica* para satisfazer dois critérios (a qualidade ambiental e a satisfação das necessidades não materiais das pessoas e das sociedades) e levando em conta três tipos de relações: as da tecnologia com o indivíduo, com a comunidade e com o ambiente natural (Dickson, 1975).

Preocupação com a realidade concreta é o traço

amplamente dominante no trabalho do movimento de tecnologia intermediária liderado por Ernst F. Schumacher, já bastante difundido entre nós e cujas ênfases se dirigem para o tamanho, os níveis de modernidade e o grau de sofisticação das tecnologias modernas.

Schumacher propõe quatro atributos para as tecnologias apropriadas: a pequena escala, o baixo custo de capital, a simplicidade e a não-violência (Schumacher, 1975). Para ele, tecnologias que obedecem a tais critérios terão seus efeitos positivos maximizados.

Finalmente, uma terceira preocupação permeia todas as linhas de investigação: a qualidade dos impactos ambientais gerados pelas tecnologias em uso, preocupação esta particularmente central no trabalho de Amory Lovins e de outros estudiosos da chamada tecnologia não agressiva (*soft technology*).

Preocupado com a questão energética, Lovins caracteriza as tecnologias não agressivas como a) dependentes de fluxos de energia renovável e não de recursos finitos; b) diversificadas, resultando da soma de um grande número de pequenas contribuições individuais; c) flexíveis e relativamente simples, fáceis de utilizar, mesmo que sofisticadas; d) operando em escalas compatíveis com os fins e a localização geográfica, de maneira a tirar vantagens dos fluxos naturais de energia; e e) apresentando compatibilidade entre tipos de energia empregada e os fins a que esta se destina. E para ele, a escolha de determinada tecnologia deve ser guiada por valores como a parcimônia, a simplicidade, diversidade, humildade e a capacidade de fomentar relações interpessoais amistosas, bem como utilizar, intensamente, as capacidades e habilidades dos indivíduos.

UMA PROPOSTA DE CRITÉRIOS

Das contribuições de diversas linhas de pesquisa e investigação, que foram apenas exemplificadas aqui, surge um retrato daquilo que poderia ser definido como tecnologia apropriada, retrato esse que ainda é difuso e de contornos pouco definidos. Urge, portanto, um trabalho de integração conceitual, o qual pode ser intentado através da proposição de um grupo de critérios que deveria ser satisfeito para que fosse determinado até que ponto uma tecnologia é ou não apropriada a determinado sistema social em que é (ou pretende que seja) empregada.

Aos critérios já revistos nos tópicos acima, pode-se acrescentar muitas outras propostas, mas as de John Todd e Robin Clarke parecem ser especialmente significativas. Todd propôs cinco características para o que chamou de biotecnologia: que seja capaz de funcionar com máxima efetividade nos níveis mais baixos da sociedade; que esteja ao alcance das pessoas mais pobres; seja baseada em considerações sociais e ecológicas, antes que em considerações meramente econômicas; que permita o funcionamento de pequenas comunidades descentralizadas e; finalmente, seja parcimoniosa no uso de recursos (Dickson, 1975). São critérios gerais e abrangentes, mas procuram tratar, de maneira integrada, as três dimensões de interesse que descrevemos.

Já Robin Clarke chegou perto de critérios operacionais para julgar as tecnologias e sua relativa adequação. Identificando nove "dilemas técnicos", a saber, poluição, dependência de capital, exploração de recursos, vulnerabilidade ao uso indevido, necessidade de uma elite técnica

especializada, incompatibilidade com culturas locais, dependência de soluções centralizadas, distanciamento da tradição e alienação, Clarke propõe diferentes "respostas sociais" para eles, uma das quais consiste em desenvolver e utilizar tecnologias apropriadas sob o aspecto ecológico, social e político (Clarke, 1978).

Auxiliado pelas contribuições aqui analisadas e baseado nos pressupostos conceituais que se adotou, propõe-se o seguinte grupo de critérios para analisar, de maneira multidimensional, as tecnologias:

- a) eficiência econômica
- b) impactos da tecnologia em exame sobre as escalas de funcionamento ou produção do sistema social
- c) grau de simplicidade
- d) densidade de capital e trabalho requeridos
- e) nível de agressividade ambiental
- f) demanda de recursos finitos
- g) grau de autoctonia e auto-sustentação permitidos pela tecnologia em exame

Para que determinada tecnologia seja considerada apropriada, é necessário que ela produza efeitos favoráveis (ou o menos desfavorável possível) nas sete dimensões que identificamos. É lógico que esta é uma questão valorativa, cuja resolução depende de uma concepção ideal dos sistemas sociais. Em outras palavras, *nenhuma tecnologia é apropriada em sentido absoluto*; ao contrário, ela será mais ou menos apropriada à medida que permitir que o sistema social em que é (ou vai ser) empregada se aproxime ou afaste das características ideais que deveria apresentar. Ao se estabelecer os efeitos que se julga favoráveis, está-se obedecendo, explícita ou implicitamente, a um projeto mais amplo, o qual indica os atributos que deveriam estar idealmente presentes no sistema social. Nada impede que outro analista, obedecendo a um quadro referencial diverso e valorando de maneira diferente os efeitos gerados pela tecnologia em exame, chegue a conclusões totalmente diversas em relação à adequação da mesma tecnologia para o sistema social que está concebendo.

Analise-se, neste ponto, os critérios propostos.

Eficiência Econômica

Uma tecnologia, para ser apropriada, deve ser eficiente em termos econômicos, pois está-se pressupondo a sua aplicação dentro de um contexto pluralista, no qual as regras de mercado (mesmo que limitadamente) e a competição (mesmo que grosseiramente imperfeita) cumprem um papel central.

Nenhuma tecnologia poderá ser considerada apropriada se depender, permanentemente, de *fiat* administrativo para sua adoção ou da manutenção de condições artificialmente favoráveis para sua sobrevivência. Uma tecnologia apropriada tem de ser competitiva em termos econômicos, aspecto que tem sido freqüentemente negligenciado; muitas tecnologias são ecológica e socialmente adequadas, mas de duvidosa eficiência econômica, o que acaba por inviabilizá-las.

É evidente, porém, que antes de comparar níveis de eficiência de duas ou mais alternativas, é necessário que este conceito seja revisto, para que leve em consideração os limites naturais, a finitude das fontes de energia e sua demanda energética global. Só assim uma verdadeira comparação será possível.

Escala

Quanto maior for a compatibilidade entre a escala de funcionamento de uma tecnologia e as finalidades de seu uso, mais apropriada ela será. Rejeita-se aqui, como fez Lovins, a incondicional glorificação da pequena escala, em virtude da necessidade de eficiência econômica e da impossibilidade prática de resolver todo e qualquer problema mediante soluções "pequenas". Ramos tinha razão, ao perceber certo "sabor romântico" no endeusamento infundado da pequena escala (Ramos, 1981) e parece ser mais realista advogar, como fez Lovins, a adoção de tecnologias cujas escalas sejam compatíveis com as finalidades de seu uso.

Logicamente, quando soluções pequenas e eficientes existirem, estas serão preferíveis às de grande escala. É o caso da energia: quando pequenos sistemas locais ou de vizinhança, baseados na energia solar ou de biomassa puderem suprir as comunidades de eletricidade, esta tecnologia será claramente mais apropriada do que os atuais sistemas energéticos que implicam gigantescos represas, perigosas usinas nucleares e longas redes de transmissão.

Simplicidade

Uma tecnologia, para ser apropriada, deve ser simples, ou seja, fácil de entender e usar, sem necessidade de conhecimentos e habilidades esotéricas. Nada há de incompatível entre simplicidade e sofisticação como as células fotovoltaicas (que transformam luz em eletricidade) demonstram. Tecnologia bastante simples sob o aspecto de uso, as células fotovoltaicas são extremamente sofisticadas, tendo sido originalmente utilizadas em missões espaciais.

Daí por que podemos afirmar que a simplicidade é um atributo das tecnologias apropriadas, enquanto a falta de sofisticação não o é, a não ser que a sofisticação implique em limitar os benefícios da tecnologia (onerando seus custos ou tornando-a de difícil entendimento e utilização) sem auxiliar, significativamente, sua eficácia.

Densidade de Capital e Trabalho

Como regra geral, tecnologias que demandem maior quantidade do fator menos escasso serão mais apropriadas, o que vale dizer que, quando a disponibilidade de mão-de-obra for grande (regra quase geral nos países em desenvolvimento), tecnologias que utilizem, intensivamente, o trabalho humano são mais apropriadas. A prática demonstra que esta observação, aparentemente óbvia, é frequentemente desrespeitada.

Esta proposição deve, no entanto, ser qualificada; não apenas a quantidade de empregos gerados deve ser levada em conta, como também a qualidade de tais oportunidades de trabalho, bem como certos fatores não econômicos que influem na decisão a respeito da adoção de determinada tecnologia. Em outras palavras, não importa, apenas, o número de empregos, mas também, a capacidade destes empregos proverem os indivíduos com oportunidades para a expressão de suas capacidades criativas e produtivas. Serão apropriadas as tecnologias que permitirem a um maior número de pessoas tirar sua subsistência de seu trabalho; serão ainda mais apropriadas aquelas que contribuirão para o enriquecimento espiritual dos indivíduos, para a redução

da monotonia, do desinteresse e da alienação no trabalho.

Não é possível desconhecer, igualmente, que os produtos e processos necessitam guardar um mínimo de uniformidade e de *performance* para serem adotados e merecerem "aceitação social", para usar o termo de Jequier (1976), o que, muitas vezes, não pode ser alcançado apenas por métodos manuais. Em muitos casos, uma combinação entre trabalho humano e máquina é indispensável, como aliás advertiu Rattner (1975), ao lembrar que a opção não é entre processos puramente manuais versus processos mecânicos e sim entre diferentes combinações entre homem e máquina.

Com essas qualificações, pode-se dizer que, no contexto dos países em desenvolvimento, quanto mais demandadora de trabalho for uma tecnologia, mais apropriada ela será.

Agressividade Ambiental

Este é um critério que não necessita justificação. Quanto menos uma tecnologia agredir o ambiente natural, mais apropriada será. A não-violência é um atributo insubstituível e essencial das tecnologias apropriadas.

Demanda de Recursos Finitos

Quanto mais parcimoniosa for em termos de consumo de materiais finitos, mais apropriada será uma tecnologia. Do mesmo modo, serão mais apropriadas as tecnologias que se baseiam em fluxos renováveis de energia, apresentem alta durabilidade e possam ser reciclados.

Frugalidade não significa privação: o americano médio gasta 2,5 vezes mais energia não renovável do que um europeu ocidental e nem por isso sua vida é proporcionalmente melhor. Ao contrário, em muitos aspectos é inquestionavelmente pior.

Nível de Autoctonia e Auto-sustentação

De forma geral, pode-se afirmar que quanto mais uma tecnologia depende de recursos disponíveis no próprio sistema social em que é ou vai ser empregada, mais apropriada será. Este preceito, que contradiz as proposições internacionalistas de divisão de trabalho, deve ser entendido com cautela, por causa da questão da eficiência econômica. A busca de soluções próprias e autóctones pode levar, facilmente, à autarquização do sistema econômico, situação em que os preços dos fatores produtivos passam a ser parcial ou totalmente arbitrários, resultando em profundas distorções alocativas.

No entanto, é fora de dúvida que a utilização de soluções locais, independentes de importações é preferível no caso dos países em desenvolvimento, cronicamente às voltas com a escassez de divisas, mesmo quando isso resulte em produtos e processos algo mais caros e menos eficientes do que os importados. Os limites toleráveis para esse "algo" constituem decisões sócio-políticas e de mercado, as quais variarão de caso para caso.

A autoctonia é, igualmente, um elemento importante para a preservação da cultura local. Há que se levar em conta, porém, que a manutenção de valores culturais tradicionais pode, facilmente, transformar-se em puro e simples imobilismo social, eternizando situações de flagran-

te injustiça. Outro risco evidente é o da xenofobia que impede a incorporação de avanços técnicos alcançados em outros sistemas sociais, o que é claramente indesejável.

Por essas razões, deve o analista ser extremamente cauteloso na aplicação do critério que se está discutindo para as tecnologias em exame.

UMA APLICAÇÃO DA PROPOSTA DE CRITÉRIOS

Que utilidade tem o tipo de análise aqui descrito para a formulação e avaliação de políticas alocativas? Entende-se que, ao analisar a componente tecnológica, o formulador ou analista de tais políticas ganha substancialmente no entendimento dos efeitos que serão gerados por elas e que impactarão diferentes aspectos do sistema social.

Tomemos como exemplo o caso das chamadas políticas de desenvolvimento que são casos específicos de políticas alocativas capazes de gerar múltiplos impactos. A observação das políticas desenvolvimentistas postas em prática no Brasil demonstra que a avaliação correta dos impactos econômicos, sociais, políticos e ambientais, que decorrem da adoção de certas decisões alocativas e das tecnologias que a elas correspondem, tem sido freqüente e grandemente negligenciada. Vale repetir a advertência de que não se está com essa constatação, reivindicando nenhuma independência ou autonomia para a variável tecnológica e sim enfatizando o fato de que, a partir da análise das tecnologias, facilita-se o entendimento do conjunto de variáveis relevantes em uma decisão alocativa.

Entre as políticas de desenvolvimento, o caso da modernização tecnológica da agricultura do Estado do Paraná, com a conseqüente substituição de uma estrutura agrícola baseada no café pela produção altamente mecanizada e tecnicizada de grãos, é especialmente ilustrativo.

O Conceito Convencional de Desenvolvimento

É bastante comum medir-se o grau de “desenvolvimento” de um sistema social pelo comportamento de alguns indicadores como a evolução do produto e da renda, o crescimento da renda per capita, o nível de diversificação da estrutura produtiva, a participação das atividades industriais na geração do produto, a taxa de urbanização, a disponibilidade relativa de infra-estrutura e serviços sociais à disposição dos seus membros, entre outros. Obviamente, há uma presunção implícita de que, se o sistema está “desenvolvendo-se”, seus membros estão, automaticamente, ascendendo a mais altos patamares de bem-estar e de acesso a maiores oportunidades de ascensão social e cultural, o que representa o fim último do processo de desenvolvimento.

Se utilizarmos indicadores como esses, o Estado do Paraná é um exemplo de desenvolvimento acelerado durante a década de setenta. A renda interna cresceu significativamente, a renda per capita quase dobrou, o setor industrial cresceu muito mais rapidamente do que o agrícola (480 contra 153%) a ponto de a indústria ter superado o setor primário na formação da renda e do produto. A sociedade

¹ Os dados numéricos mencionados neste tópico e nos seguintes foram extraídos de publicações oficiais, especialmente as publicações da Secretaria de Planejamento do Paraná e da Fundação Tomás Edison Vieira, Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social.

ficou muito mais urbana em dez anos: enquanto em 1970, 36% dos paranaenses habitavam as cidades, em 1980 esta porcentagem alcançou 58%.

Por outro lado, os indicadores sociais são animadores, uma vez que a dotação de infra-estrutura e serviços sociais à disposição da população também cresceu acentuadamente: há hoje mais vagas em escolas, em hospitais, mais kilowatts-hora, mais metros cúbicos de água tratada, mais serviços de esgoto e mais médicos em proporção ao número de habitantes¹.

A partir do comportamento de indicadores como os que listamos, era de se presumir que, uma vez que o Estado está “desenvolvendo-se”, seus habitantes estão, automaticamente, ascendendo a mais elevados níveis de bem-estar individual e coletivo. Algumas realidades perturbadoras, porém, desmentem essa presunção otimista.

Entre 1970 e 1980, um milhão e trezentas mil pessoas saíram das zonas agrícolas, a propriedade fundiária concentrou-se, as pequenas unidades produtivas que caracterizaram a agricultura paranaense no auge da era cafeeira cederam progressivamente lugar a um número menor de propriedades agrícolas e agroindustriais. É verdade que a renda per capita aumentou significativamente, mas isso se deve, em grande parte, à emigração de grandes contingentes de população para outros estados e para o Paraguai, que levou à virtual estagnação demográfica dos anos setenta. E se também é verdade que a sociedade ficou mais urbana, isso deve ser creditado às profundas modificações tecnológicas que se operaram no campo, associadas às mudanças nas relações de emprego rural que resultaram no crescimento descontrolado dos chamados bóias-frias, trabalhadores urbano-rurais que incham as periferias dos núcleos urbanos.

Em síntese, contrariando o otimismo expresso em muitos indicadores convencionais de desenvolvimento, há múltiplos sinais de que a qualidade de vida no sistema social paranaense, supostamente beneficiado pelo crescimento econômico que experimentou na última década, sofre um acelerado processo de degradação.

A análise das mudanças tecnológicas operadas no período ajuda o entendimento desse processo. Mais que isso, se tal análise tivesse sido levada a cabo tempestivamente, muitos dos efeitos negativos experimentados pelo sistema social poderiam ter sido evitados ou, no mínimo, mitigados.

Mudança Tecnológica: do Café à Soja

A substituição de uma agricultura essencialmente cafeeira por uma estrutura de produção altamente mecanizada e tecnicizada é o fato mais importante da década em termos econômicos. Com efeito, desde os anos trinta, o Paraná consolidara uma grande cafeicultura, que, na década de cinquenta atingiu seu ápice. Um aspecto central a ser percebido é que tal cafeicultura assumiu contornos extremamente peculiares em termos de tecnologia de produção e de organização social.

A cafeicultura no Paraná baseou-se em um sistema de pequenas propriedades agrícolas e no colonato. A viabilidade das pequenas fazendas era garantida pela alta densidade econômica do café, enquanto subsidiariamente se produziam outros bens alimentares de maneira intercalada ou complementar ao café. Algumas características resultaram da estrutura de produção assim organizada como, por

exemplo, a elevada dispersão geográfica; a cafeicultura era apoiada por uma rede capilar de pequenos núcleos urbanos, prestadores de serviços, os quais se vinculavam, funcionalmente, a poucas cidades de maior porte como Londrina e Maringá. Outra característica da economia era a sua alta capacidade de absorção de trabalho, em virtude da quase nula mecanização das tecnologias produtivas de café. Baixa demandadora de insumos energéticos (pois dependia apenas limitadamente de insumos químicos), a cafeicultura paranaense era relativamente pouco dependente de outras regiões e países em termos de insumos de produção, dependência esta que era, em contrapartida, alta no tocante à comercialização, o que aliás ocorre com qualquer produto agrícola de exportação.

Uma série de fatores estratégicos, cuja análise escapa aos objetivos deste texto, levou à substituição da cafeicultura como elemento dinâmico da economia paranaense, por uma agricultura moderna, altamente mecanizada e capital-intensiva, apoiada na produção de soja, trigo e outros grãos. Esse processo levou à produção em larga escala de alguns produtos como a soja e o trigo, bem como à modernização dos métodos de produção de produtos tradicionais como o milho e mesmo do café remanescente.

Breve Análise das Tecnologias Adotadas

Uma breve análise das tecnologias adotadas no Paraná a partir da década de trinta pode ser levada a cabo com o auxílio dos critérios que se sugere acima. No caso, estar-se-á comparando a cafeicultura, dominante no período de 1930 a 1965, com a agricultura moderna e capital-intensiva que acabou por tomar a supremacia no sistema produtivo. É evidente que o mesmo tipo de análise poderia ser levada a cabo para comparar duas ou mais alternativas tecnológicas para a produção do mesmo bem, na mesma época; poderia ser, por exemplo, o caso da agricultura da soja, em que certas técnicas pouco mecanizadas de produção convivem, lucrativamente, com culturas altamente tecnificadas. Este, no entanto, não é nosso objetivo aqui.

Eficiência Econômica

Uma comparação entre a eficiência econômica do café e da agricultura capital-intensiva é praticamente impossível, em função do enorme volume de distorções impostas aos preços de mercado pelas políticas governamentais. No caso do café, a contínua intervenção governamental no mercado, a partir do início do século, resultou na coexistência de dois preços para o produto, um externo (ditado pelo mercado internacional) e outro interno, ditado pelo contínuo confronto entre os interesses da lavoura cafeeira e as regras de política financeira e econômica do Governo. Já no da soja, bem como no de outros produtos agrícolas "modernos", a distorção é imposta pela grande massa de subsídios oferecidos, direta ou indiretamente, pela política governamental à modernização da agricultura brasileira e à formação de um poderoso complexo agroindustrial no país.

Apesar do cipoal de distorções, pode-se seguramente afirmar com base nos dados existentes² que tanto a cafeicultura como a agricultura moderna são capazes de sobreviver em um ambiente competitivo, sem necessidade de estímulos artificiais permanentes, o que satisfaz, para ambos, o primeiro critério proposto.

Escalas

A agricultura moderna, para ser lucrativa, impõe a adoção de escalas muito maiores do que o café. Basta a citação de alguns poucos dados para confirmar essa afirmação: a propriedade rural média paranaense passou de 26,4 hectares em 1970 para 32,9 hectares em 1975; a rede capilar de centenas de "máquinas" de café (onde o produto era beneficiado e preparado para a comercialização final) perdeu dinamismo, ao passo que apenas trinta e seis complexos agroindustriais são atualmente responsáveis pela totalidade de processamento industrial da soja, treze dos quais respondem por 72% da capacidade instalada. As alterações na rede urbana foram, igualmente, significativas: enquanto, em 1960, 39% da população habitavam cidades com menos de 10.000 habitantes, em 1980, esse percentual havia caído para 21,7%.

Portanto, se se considerar que a sobrevivência de pequenas comunidades econômicas e sociais é um atributo desejável nos sistemas sociais, não há dúvida de que a cafeicultura foi uma tecnologia mais apropriada do que a agricultura mecanizada.

Simplicidade

O terceiro critério proposto diz respeito à simplicidade. Nesse aspecto, nem a cafeicultura nem a agricultura mecanizada são excepcionalmente complexas ou sofisticadas. No entanto, em termos comparativos, as culturas mecanizadas exigem capacidade técnica e operacional de maior nível que a produção de café. A falta de pessoal técnico qualificado para a eficiente implantação de lavouras modernas é bem conhecida e contribui, decisivamente, para o desperdício e a má utilização de insumos na agricultura brasileira; estima-se, por exemplo, que sejam utilizados mais 24% em defensivos agrícolas no Brasil do que na agricultura americana.

Densidade de Capital e Trabalho

As comparações entre a quantidade de empregos gerados pelo café e pela agricultura capital-intensiva são fáceis: enquanto o ciclo produtivo do café requer 75,2 homens-dia por hectare (dos quais 71,7 de trabalho não qualificado), a soja requer apenas 2,86 e o trigo, 2,04. E, embora uma grande parte das tarefas produtivas da cafeicultura fossem braçais, o café exigia do colono tarefas múltiplas e habilidades variadas, o que enriquecia qualitativamente o trabalho. Na agricultura capital-intensiva, esse enriquecimento ficou restrito ao pequeno número de operadores e mecânicos de máquinas agrícolas, bem como aos técnicos rurais.

Em suma, em ambos os aspectos, não há a menor dúvida de que a cafeicultura foi uma tecnologia mais apropriada.

AGRESSIVIDADE AMBIENTAL E DEMANDA DE RECURSOS FINITOS

Ambas as tecnologias podem apresentar alto nível de agressividade ambiental. Na cafeicultura, a utilização de

² Especialmente as publicações do Instituto de Economia Agrícola de São Paulo, como o *Prognóstico* que é anualmente publicado.

métodos inadequados de plantio, em terras arenosas do noroeste paranaense, levou a um gravíssimo problema de erosão. No caso da soja e de outras culturas modernas, a agressão aos ecossistemas é mais variada, incluindo desde a erosão até a utilização, em grande escala, de agroquímicos de alta toxicidade. Embora não seja possível minimizar os danos causados pelo plantio incorreto de café em áreas inadequadas, não é possível, igualmente, ignorar que a correção de tais danos é substancialmente mais fácil do que a agrototoxicidade dos insumos químicos: enquanto no primeiro caso já existem técnicas consagradas de manejo de solos para deter a erosão, no segundo, a correção ainda está dependendo de avanços científicos ainda em fase embrionária ou experimental.

Por força dessas e de outras circunstâncias, como a baixa mecanização da cultura cafeeira, por exemplo, pode-se afirmar, com segurança, que a tecnologia cafeeira empregada no Paraná era menos agressiva em termos ambientais do que a agricultura mecanizada e capital-intensiva que a sucedeu.

Da mesma forma, esta última é substancialmente mais demandadora de insumos energéticos e de materiais não renováveis. Não apenas a participação dos fertilizantes e de outros insumos tem maior ponderação na forma do valor da soja e de outros produtos da agricultura moderna como, igualmente, os custos energéticos de manuseio, transporte e comercialização são muito maiores. Basta lembrar que a safra recorde de café no Paraná atingiu 21,4 milhões de sacas (1961-62) ou seja, 1,3 milhões de toneladas. Mesmo considerando o transporte de matéria-prima bruta, a energia gasta na secagem, beneficiamento e transporte de café daquela safra ainda seria inferior à dispendida apenas pela agricultura da soja, um dos vários produtos de alta tonelagem na atual agricultura paranaense.

Esses fatores fazem com que, do ponto de vista de demanda energética, esteja fora de dúvida que a cafeicultura se revelou uma alternativa tecnológica mais apropriada do que a agricultura moderna.

Autoctonia

Por último, devemos aplicar o critério da autoctonia, ou seja, avaliar ambas as tecnologias em termos do grau de independência e auto-sustentação que permitiram ao sistema social paranaense em relação aos demais. De início, é bastante evidente que, no contexto da federação brasileira, altamente centralizadora de decisões e levando-se em conta a dominância de produtos voltados para exportação, essa independência é necessariamente limitada. Tanto o café, que teve suas decisões econômicas, políticas e financeiras tomadas fora do controle do Estado, quanto a soja e outros produtos agrícolas modernos, que são altamente sensíveis às flutuações internacionais de preços de insumos e de produtos, permitiram um grau relativamente pequeno de autoctonia ao sistema social paranaense.

No entanto, as culturas intercalares ou complementares ao café, mediante as quais os colonos produziam

grandes quantidades de bens alimentares juntamente com seu produto principal, aumentavam o nível de auto-sustentação no caso do café. Essa prática é impossível nas monoculturas mecanizadas, resultando na necessidade de suprimento externo de produtos que antes eram abundantes através da oferta suplementar de pequenos produtores.

Outro aspecto relevante é o consumo energético, uma vez que a mecanização e a tecnificação agrícolas levaram a um incremento exponencial da demanda de equipamentos e insumos *importados*, além da já mencionada ampliação do consumo de energia para o transporte, beneficiamento e industrialização da produção.

Portanto, também sob esse critério, os dados demonstram que a tecnologia moderna ampliou a dependência do sistema social paranaense em relação a fatores e decisões exógenas, o que, de acordo com os critérios propostos a faz menos apropriada.

CONCLUSÃO

Analisadas multidimensionalmente as tecnologias que dominaram o sistema produtivo paranaense nos últimos cinquenta anos, a conclusão é clara: as tecnologias de produção e organização social típicas da era cafeeira aproximaram-se muito mais das características de tecnologia apropriada do que as que caracterizam a chamada agricultura moderna. Apesar dos consideráveis avanços registrados em alguns indicadores convencionalmente utilizados para medir "o grau de desenvolvimento", é facilmente constatável que o sistema social, como um todo, não experimentou melhoria correspondente nos níveis de bem-estar individual e coletivo implicitamente prometidos pelo processo de crescimento. Ou seja, sob diversos aspectos, o Estado "desenvolveu-se", mas sua população não se beneficiou disso.

A natureza das tecnologias empregadas no sistema produtivo é um elemento crucial para explicar essa discrepância. Mas é esta uma conclusão meramente nostálgica? É para chegar a esse tipo de conclusões que serve a análise das tecnologias?

Acredita-se que, se tal análise tivesse sido levada a cabo pelos formuladores e executores de políticas e decisões alocativas que impactaram o sistema social paranaense nos últimos vinte anos, muitos dos efeitos perigosos ou negativos associados às estratégias adotadas poderiam ter sido evitados. Em nosso exemplo, a análise foi conduzida *ex-post-facto* e tem, por essa razão, valor meramente explicativo. Tivesse sido exercitada *antes* da implantação das decisões, seu valor preditivo seria plenamente utilizado e diferentes combinações tecnológicas que levassem a um equilíbrio aceitável entre os diversos critérios que apontamos poderiam ter sido postas em prática.

Quando este procedimento se tornar rotineiro, ao lado de outros instrumentos metodológicos, muitos erros e tragédias sociais poderão ser previstos e evitados. E o conceito de desenvolvimento passará a ter algum significado.

BIBLIOGRAFIA

- AMERICAN HERITAGE DICTIONARY OF THE ENGLISH LANGUAGE. Boston, Houghton Mifflin, 1976; New York, Dell, 1976. p. 227.
- CLARKE, R. The Pressing need for alternative technology. *Impact of Science on Society*, 23, 1978. p. 268.
- DICKSON, D. *The politics of alternativa technology*. New York, Universe Books, 1975. passim.
- HOWES, M. Appropriate technology: a critical evaluation of the concept and the movement. *Development and Change*, 10 (1), janeiro 1979. p. 119.
- JEQUIER, N. Policies for appropriate technology. *Appropriate technology: problems and promises*. Paris, OECD, 1976. p. 96.
- LOVINS, A. Energy strategy: the road not taken. *Foreign Affairs*, 55, 1976. p. 94.
- OPHULS, W. *Ecology and the politics of scarcity*. San Francisco, Freeman, 1977. p. 43.
- RAMOS, A.G. *The new science of organizations*. Toronto, Toronto University Press, 1981. p. 137.
- RATINER, H. Développement et emploi: la viabilité d'une technologie intermédiaire. *Tiers Monde*, t. XVI, 1975. p. 295-309.
- SCHUMACHER, E.F. Alternatives in technology. *Alternatives* 1, 1975. p. 20.
- WINNER L. The political philosophy of alternative technology: historical roots and present prospects. *Technology in Society* 1, 1979. p. 77.

INSTITUTO DE ADMINISTRAÇÃO IA – USP

O IA conta com profissionais e técnicos brasileiros e estrangeiros com larga experiência em:

TREINAMENTO
PESQUISA
CONSULTORIA

atuando junto a empresas públicas ou privadas em todas as áreas de administração.

O Instituto de Administração da FEA/USP está cadastrado no Conselho Federal de Mão-de-Obra do Ministério do Trabalho por meio do Certificado nº 021/77, o que permite às empresas que participarem dos programas e cursos desenvolvidos pelo Instituto descontarem o dobro do que investirem, até o limite de 10 por cento do I. R. devido, nos termos da Lei 6.297, de 15.12.75, e do Decreto nº 77.463, de 20.04.76.