

CAPÍTULO 8

TENDÊNCIAS PARA O FUTURO

Asher Kiperstok | Universidade Federal da Bahia • UFBA • TECLIM

“Seja você a mudança que espera ver no mundo.”

Mahatma Gandhi

OBJETIVO ESPECÍFICO

- Conduzir a uma reflexão sobre as tendências futuras da ciência.

Você deve ter notado que todo o nosso movimento até agora tem sido no sentido de tentar responder à pergunta de como se pode atender à demanda do Fator 10 num horizonte temporal de 50 anos. Caberia perguntar, então, se a pergunta foi respondida. É possível, a partir das abordagens apresentadas de gestão e tecnologias, aumentar a ecoeficiência dos nossos processos produtivos em 10 vezes nesse período?

A proposta deste módulo foi a de “retrojetar” um desafio futuro para que as devidas providências possam ser tomadas, de forma a atingir o estado desejado. Esta mesma proposta foi utilizada pelo governo holandês em 1989, para elaborar o Plano Nacional de Políticas Ambientais. O compromisso desse país com o desenvolvimento sustentável proposto pela Comissão Brundtland exigiu a definição de objetivos extremamente ousados. Esse trabalho encontra-se publicado no livro *Desenvolvimento de Tecnologias Sustentáveis* (Weaver, 2000). A discussão neste capítulo está embasada no referido livro, com o objetivo de ilustrar uma forma de vislumbrar o futuro a partir da ótica de um país que de certa forma já o vive.

8.1 TENDÊNCIAS FUTURAS

Talvez algumas propostas apresentadas a você visando atingir o Fator 10 pareçam para alguns ousadias futurísticas, ou até mesmo utopias. Para outros, no entanto, que já as conheciam, talvez não tenha havido muitas novidades. Infelizmente, porém, o que podemos perceber é que poucos realmente colocam essas propostas em prática. O fato é que nosso país é de contrastes. Convivemos com realidades futurísticas e medievais em espaços contíguos, portanto, como não poderia deixar de ser, existem muitas diferenças também no modo de pensar e agir das pessoas.

Uma outra certeza que temos é que todo o esforço deve ser empreendido para atingir o Fator 10. Acreditamos, no entanto, que mesmo propondo uma visão bem mais avançada da predominante “**Tecnologia Fim-de-tubo**”, teremos muitas dificuldades para atingir esta meta.

De qualquer maneira, aprofundaremos um pouco mais esta discussão, tomando como referência as experiências obtidas em países desenvolvidos, a exemplo da Holanda.

O Programa de Desenvolvimento de Tecnologias Sustentáveis (DTS), proposto no Plano Holandês de Políticas Ambientais, apresentou como uma de suas conclusões mais marcantes o fato de o atual padrão de inovação ser incapaz de modificar o processo produtivo de forma a gerar Fator 10, sendo necessário para tal:

- inovar o próprio processo de inovação tecnológica;
- reconhecer que inovações sequenciais/incrementais não são suficientes;
- promover grandes quebras de paradigmas.

A Comissão Holandesa para Políticas Ambientais de Longo Prazo ainda coloca: “As práticas habituais de inovação não oferecem qualquer perspectiva da tecnologia ter um papel, senão periférico, para se atingir o desenvolvimento sustentável.” (Weaver, 2000)

No livro *Desenvolvimento de Tecnologias Sustentáveis* (Weaver, 2000) são apresentados alguns estudos desenvolvidos na Holanda para identificar o nível do desafio tecnológico a ser enfrentado com o objetivo de atingir o Fator 10. Na verdade, a Holanda, um país opulento e com altíssimo padrão de renda e consumo, para manter

a taxa de crescimento atual e garantir um desenvolvimento sustentável a longo prazo, precisaria atingir o Fator 20, ou até mesmo 40, o que representaria um desafio muito maior de inovar o processo de inovação relacionado com o Fator 10.

Vamos analisar, nesse momento, um dos objetos de estudo referidos acima, a função social: **nutrição**, num horizonte de 50 anos. Em seminários com participantes apresentando diferentes perfis profissionais, procurou-se identificar a visão + 50 anos, dando início ao processo de “*retrojetar*”.

Aos alunos:

Retrojetar (neologismo da língua portuguesa) significa estabelecer objetivos desafiadores, considerados até mesmo impossíveis nas condições atuais, a serem atingidos a longo prazo, que impliquem uma melhoria dos padrões de ecoeficiência. A partir daí então, volta-se à realidade atual, identificando os avanços necessários para o atingimento da meta estabelecida.

A seguir relacionamos os objetivos e os avanços propostos no processo de retrojetar referido:

- melhoria na gestão e uso da energia solar, obtido a partir de: aumento da quantidade de energia solar fixada na forma de biomassa, uso de estufas solares (casas de vidro) e mecanismos para distribuir de forma mais balanceada a energia solar;
- adoção de sistemas de produção baseados em ciclos fechados. No caso de culturas a céu aberto, uso de resíduos de uma parte do ciclo, como, por exemplo, resíduos animais, servindo de nutrientes para plantas. No caso de culturas fechadas, uso de pesticidas e nutrientes em ciclos fechados (hidroponia);
- melhor integração das culturas com os sistemas naturais;
- redução do uso de insumos, desde nutrientes e pesticidas até energia solar, a partir da modificação genética das plantas;

- melhor uso da biomassa, de forma que uma maior parcela da planta seja comestível;
- redução de perdas com armazenamento, transporte e com a conversão animal;
- maior integração entre oferta e demanda, assegurando que a produção ocorra mais próxima do mercado e mais alinhada com este;
- desenvolvimento de alimentos alternativos que possam, pelo menos parcialmente, substituir as tão ecoineficientes proteínas animais.

Questão para reflexão:

- Você teria algum outro tema a ser considerado? Você acha que a modificação genética oferece segurança suficiente para ser considerada?

Com base nas propostas que foram identificadas anteriormente, discutiu-se a viabilidade dos avanços, científicos e tecnológicos, bem como do processo evolutivo da cultura de consumo, à luz da necessidade de redução dos encargos ambientais decorrentes do sistema nutricional.

As principais rotas de inovação sistematizadas foram:

- Uso multifuncional sustentável da terra;
- Ambientes de produção fechados e controlados;
- Uso completo de plantas e biomassa através da conversão integral;
- Alimentos à base de novas proteínas;
- Tecnologia de sensores.

USO MULTIFUNCIONAL DA TERRA

O uso atual da terra, hiperespecializado, exige uma série de cuidados que seriam naturalmente providos em sistemas mais equilibrados. Entre esses cuidados estão a inserção de insumos, a recuperação da qualidade das águas e a reserva de áreas de proteção ambiental.

O uso multifuncional considera a terra como provedora não apenas de produtos como hortaliças, legumes, cereais, madeiras e pecuária, mas também de serviços como gestão de recursos hídricos, captação de energia, regulação climática, lazer e recreação e proteção à biodiversidade.

Para poder se fazer uso multifuncional da terra, a visão de produção tem que mudar da atual exploração especializada para empreendimentos multifuncionais. A depender da vocação local, eles podem ter ênfases específicas, sem contudo perder o caráter multifuncional.

Nesse sentido, alguns gargalos tecnológicos devem ser superados através da pesquisa: fechamento de ciclos de nutrientes; retorno de restos domiciliares na forma de nutrientes para a terra; sistemas avançados de rotação de culturas; captação e transformação de energia solar, eólica, hídrica.

O estudo dessa rota identificou possibilidades de aumento da ecoeficiência, num fator na ordem de grandeza de 20 vezes, com as medidas anteriormente consideradas.

AMBIENTES DE PRODUÇÃO FECHADOS E CONTROLADOS

Levou-se em consideração a produção de frutas, flores e vegetais para saladas, em estufas de vidro. Entre as ineficiências discutidas estão: elevado consumo de gás natural necessário para aquecimento e geração de ambientes internos com alto teor de CO₂ (este uso representa hoje 10% do gás natural consumido na Holanda) e perdas para o ambiente externo de energia solar, água e nutrientes nos modelos atuais de estufas.

Um dos maiores entraves para o aumento da ecoeficiência neste setor é a distribuição irregular da energia solar, tanto em termos diários como sazonais. A este “problema” agrega-se a baixa transformação da energia solar em biomassa. Em outras palavras, os holandeses estão questionando o dia e a noite, o verão e o inverno e a fotossíntese. Argumentam que mais da metade da radiação ocorre na forma de ondas, cujo comprimento não permite seu aproveitamento pelas plantas. O que fazer? Simples, instalar captadores solares semitransparentes que aproveitem, para a geração de energia elétrica, as ondas de radiação que as plantas ignoram. As plantas também podem ser educadas, através da biotecnologia, para não serem tão desperdiçadoras de energia!

Mas para poder distribuir a energia de forma mais homogênea é necessário desenvolver mecanismos de armazenamento da energia captada. Para isso considera-se o armazenamento da energia nas águas subterrâneas e sua recuperação através de bombas de calor. O uso de fibras óticas para o transporte de radiação solar também representa uma possibilidade.

É interessante observar ainda que com as tecnologias apresentadas a questão do espaço para o plantio passa a ter importância marginal, abrindo-se espaço para considerar a relocação de algumas atividades agrícolas para os centros urbanos, não estão sendo cogitadas as periferias, mas sim os próprios centros urbanos!

Entre os desenvolvimentos tecnológicos apontados para enfrentar essas deficiências, considerou-se necessário avanços na área de sensores e de recuperação e disponibilização eficiente dos nutrientes originários de resíduos domésticos. São também indispensáveis avanços no que se refere à gestão de nutrientes e água em ciclo fechado, assim como no transporte de luz solar.

USO COMPLETO DE PLANTAS E BIOMASSA ATRAVÉS DA CONVERSÃO INTEGRAL

“O conceito de conversão integral de plantas e biomassa refere-se à completa extração de todos os ingredientes úteis contidos nas estruturas moleculares das plantas, formados durante a fotossíntese.”

Duas grandes ineficiências da cadeia nutricional são apontadas quando consideramos esta opção:

- grande parcela da biomassa, apesar de conter grandes quantidades de proteínas, gorduras, vitaminas, saborizantes e corantes, não é aproveitada;
- a produção de carne e leite da pecuária convencional é uma forma ineficiente de atender às demandas nutricionais e produz elevadas demandas ambientais.

Dessa forma, se for possível produzir substitutos para a carne e derivados, a partir da parcela de biomassa não aproveitada, ou melhor, desperdiçada hoje, um duplo ganho ambiental poderia ser atingido.

Evidentemente que esta proposta tem um forte viés a ser considerado, além do tecnológico: o comportamento do consumidor, que ora busca alimentos mais saudáveis e ora mantém a opção tradicional por carne e derivados do leite. É certo, no entanto, que só serão realizados investimentos consideráveis nesta direção se as mudanças forem aceitas pelo mercado. Isso aponta, portanto, para uma linha de esforços adicionais aos meramente tecnológicos.

As mudanças necessárias nesta área indicam a necessidade de reestruturação da forma de se pensar o plantio, que atualmente é dirigida para a produção de um único produto e variados resíduos. Na verdade, o foco deveria ser na produção de vários produtos e nenhum resíduo. Para tal é preciso assumir algumas diretrizes:

- geração de tecnologia compacta que permita a extração de compostos valiosos dos resíduos, nos próprios locais de produção;
- minimização do transporte de imensas quantidades de biomassa, que só geram resíduo em nível do consumidor;
- maior ênfase em “economias de enfoque” do que em economias de escala, como é tradicionalmente considerado no processo de inovação;
- adoção de linhas de pesquisa que permitam transformações *in situ*, considerando equipamentos (“biorrefinarias”), materiais de suporte (catalisadores) e uma logística para o transporte dos produtos para os centros de processamento.

ALIMENTOS À BASE DE NOVAS PROTEÍNAS

Este aspecto envolve uma polêmica muito grande e pode servir para exemplificar algumas das principais dificuldades para se atingir o Fator 10. Como sempre, enquanto estamos mexendo com os outros, qualquer inovação é aceitável. Esta proposta, porém, considera a necessidade de mudança de hábitos alimentares, e isto atinge a todos nós, portanto a situação pode ser muito mais difícil do que parece.

Uma das maiores ineficiências da cadeia nutricional está na transformação de proteínas vegetais em animais. Para atingir níveis sensivelmente maiores de ecoeficiência, o consumo de proteínas de origem animal tem que ser reduzido. Pode-se apontar algumas

alternativas, como o uso de substitutos: atualmente, verifica-se a existência de mais de 50 fontes de proteínas, a serem obtidas de plantas e bactérias, desde feijões e ervilhas geneticamente modificados até bactérias, como a *Spirulina* e a *Fusarium*, e combinações desses, que se agregariam aos já bastante utilizados soja e glúten.

A produção de muitas dessas proteínas pode representar uma melhoria no uso de recursos naturais da ordem de grandeza de Fator 20 a 40, além de grandes reduções de custo. Mas o público aceitaria esses substitutos?

Duas linhas de discussão parecem surgir a partir deste ponto. Uma, na direção da alimentação natural e vegetariana; outra, na direção da alimentação com substitutos da carne, desde que tenham gosto similar. Apesar de estar crescendo bastante, a alimentação sem carne ainda ocupa um tímido espaço na nossa sociedade e precisaria de fortes estímulos para se expandir. Por outro lado, a demanda de carne pelo seu gosto tem que ser considerada, e nesse sentido o altíssimo consumo da linha de hambúrgueres e salsichas, isto é, produtos de carne mecanicamente alterada, oferece a oportunidade de uma gradual introdução de alimentos à base de novas proteínas.

Os principais gargalos neste aspecto são socioculturais e econômicos, a exemplo de mudanças radicais que afetam um setor produtivo inteiro e que envolvem recursos humanos, empregos e capitais, além da questão dos hábitos alimentares, antes citada. Assim sendo, é requerida uma intensa discussão com todos os parceiros desta cadeia produtiva e uma superação da desconfiança que hoje é sentida na nossa sociedade com relação a alimentos com compostos geneticamente modificados, que por sua vez dependem de mudanças radicais nas atitudes de ambas as partes (consumidor e produtor).

TECNOLOGIAS DE SENSORES

Para se atingir os níveis de eficiência de conversão de recursos naturais em alimentos, discutidos até o momento, é necessário contar com mecanismos de transferência de informação bem mais avançados do que os que dispomos atualmente. O comportamento dos recursos naturais – CO₂, luz solar, água, solo, plantas, nutrientes e doenças – tem que ser minuciosamente controlado. Para seu monitoramento é necessário o desenvolvimento

de novos e mais eficientes sensores, que permitam a captação da informação necessária de forma a ser processada em tempo real para gerar as devidas respostas.

Abre-se, então, um leque de novas oportunidades de desenvolvimento tecnológico em áreas diferentes das até aqui discutidas. Weaver e colaboradores apresentam uma lista de necessidades de informação e de tecnologias de sensores a ser considerada:

- Biossensores, sensores elétricos e óptico-químicos, e sistemas de microanálise, para informar a composição química de meios complexos como solos, água, compostos orgânicos e biomassa;
- Tecnologia nuclear e de alta energia, espectroscopia, radar e ultra-som, para obter informações sobre as condições e necessidades das plantas e animais;
- Sensores físicos como de luz, ópticos, sensores eletrônicos de gases, para aquisição de informações ambientais e microclimáticas, tais como teor de CO₂ e luz;
- Sensoramento remoto para localização e definição da forma e estrutura das plantas em relação ao seu meio.

FECHAMENTO

A discussão sobre a experiência do governo holandês na definição de estratégias para alcançar o desafio do Fator 10 teve como objetivo dar uma idéia do nível de esforço e do grau de inovação que precisam ser atingidos.

Se temos plena convicção que a humanidade encontrará o caminho para um crescimento sustentável, é importante também reconhecer que para tal faz-se necessário promover uma mudança de mentalidade. A diretriz a ser adotada é a quebra de paradigmas e a adoção de práticas inovadoras de inovação.

Assumir desafios com base numa projeção do futuro, retrojetando os avanços necessários para se atingir objetivos, num horizonte cada vez maior, é a chave para o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis.