

Anais

III CONGRESSO BRASILEIRO DE ROCHAGEM

Editores

Adilson Luis Bamberg

Carlos Augusto Posser Silveira

Éder de Souza Martins

Magda Bergmann

Rosane Martinazzo

Suzi Huff Theodoro



DOS PÓS DE ROCHA AOS REMINERALIZADORES: PASSADO, PRESENTE E DESAFIOS¹

Clenio Nailto Pillon²

¹Síntese de palestra de abertura do III Congresso Brasileiro de Rochagem

²Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Clima Temperado - clenio.pillon@embrapa.br

A AGRICULTURA BRASILEIRA

Nos últimos quarenta anos, o agro brasileiro experimentou talvez a maior revolução de todos os tempos a partir especialmente de avanços consistentes de produtividade e, em consequência, de produção. Ao final dos anos 1960 e início dos anos 70, éramos grandes importadores de alimentos. À época, produzíamos menos de 500 kg de cereais por habitante ano.

Grande parte dos avanços foram predominantemente lastreados pela incorporação de conhecimentos e soluções tecnológicas desenvolvidas pelas instituições públicas e privadas que compõem o Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária e pelos próprios agricultores, a exemplo do sistema plantio direto, embora a expansão da fronteira agrícola, especialmente na região sul e na região do cerrado também tenha contribuído, porém em menor grau.

A revolução tecnológica experimentada no Brasil, embora tenha contribuído para a redução da população no campo a partir da concentração da terra e do capital, foi fundamental para garantirmos segurança alimentar e nos tornamos uma referência mundial em agricultura tropical e subtropical, dispondo de invejáveis mais de uma tonelada de cereais por habitante ano. Avanços inegáveis foram obtidos em quase uma centena de programas de melhoramento genético vegetal e animal, bem como no desenvolvimento e adoção de boas práticas para os sistemas de produção.

O Brasil verdadeiramente é um país sustentado pela sua agricultura. Ao longo dos últimos anos, o setor que garante a segurança alimentar do país e ainda gera excedentes para exportação cresceu a taxas superiores aos demais setores da economia. Em 2015, segundo dados do IBGE, enquanto o agro experimentou 1,8% de crescimento, todos os demais segmentos encolheram.

A introdução do sistema plantio direto na palha ainda na década de 1970, sua consolidação ao longo dos anos 80 e 90, ainda que motivada pela ocorrência de processos erosivos insustentáveis, representa outro exemplo de tecnologia que transformou a agricultura nacional em referência para o mundo quanto à adoção de estratégias de manejo conservacionista do solo e da água.

Este sistema, cujos princípios incluem o mínimo revolvimento do solo, a rotação de culturas e raízes, a manutenção da palhada em superfície, a adoção de práticas mecânicas para controle da enxurrada e da erosão, permite a racionalização do uso de insumos, redução dos custos de produção e da queima de combustíveis fósseis, aumento da eficiência produtiva e do

uso da água, dentre outras e ainda permite balanços ambientais mais favoráveis, a exemplo do seqüestro líquido de carbono orgânico no solo de, em média, pelo menos 0,5 ton de C por hectare ano.

A demanda mundial crescente de alimentos, que caminha no vácuo da evolução para mais de nove bilhões de consumidores em 2050, provoca reflexão sobre qual será a agricultura do futuro capaz de garantir segurança alimentar e nutricional ao mundo e, ao mesmo tempo, gerar bases para o uso e manejo sustentável dos recursos naturais e da biodiversidade, incluindo as fontes, processos e estratégias de suprimento de nutrientes.

A melhor forma de “prever o futuro” será construí-lo, antecipando ao limite as mudanças de procedimentos e hábitos para tal. A sociedade cada vez mais carregará a expectativa de que a agricultura seja multifuncional.

Certamente não será um desafio qualquer, pois o processo de urbanização retirará mais 5% da população hoje presente no campo até 2030, quando 90% da população brasileira estará concentrada nos centros urbanos, reduzindo grandemente a disponibilidade de mão-de-obra. Este “driver” forçará cada vez mais a incorporação de tecnologias no campo da mecanização de processos e da automação, incluindo a utilização de serviços e sistemas inteligentes (tecnologia de informação e comunicação) com base em sensores e na “internet das coisas”.

Especialmente a partir dos últimos dez anos, a sociedade tem emitido sinais claros de que será preciso continuar produzindo alimentos em quantidade, porém que garantam a promoção da saúde e da qualidade de vida, com inocuidade e segurança ao consumidor. Para além do suprimento de calorias diárias necessárias à vida, a sociedade cada vez mais terá expectativa de ampliar sua longevidade e qualidade de vida a partir do consumo de alimentos saudáveis, nutricionais e funcionais.

Tal perspectiva remete a adoção de princípios da agronomia e de boas práticas de manejo dos recursos naturais e da biodiversidade nos sistemas de produção, bem como a redução da dependência da nossa agricultura aos insumos químicos sintéticos a partir da valorização, desenvolvimento e incorporação de conhecimentos e tecnologias com base cada vez mais na ecofisiologia, na bioquímica, na ecologia e na própria agronomia.

A DEPENDÊNCIA DOS INSUMOS

Apesar dos consideráveis avanços em produção, produtividade, eficiência e até de sustentabilidade em diversos sistemas de produção, nossa agricultura ainda apresenta alta dependência a importação de insumos, especialmente matérias-primas fertilizantes e princípios ativos para manejo de pragas. Segundo ANDA (2015), as importações de fertilizantes em 2015 se aproximaram de 21 milhões de toneladas. Considerando o “ranking” mundial de consumo, neste mesmo ano o Brasil ocupou o quarto lugar, o que representa 7,4% de todo fertilizante comercializado mundialmente. China (29,2%), Índia (13,5%) e Estados Unidos (11,2%) ocuparam as três primeiras posições, respectivamente.

Pesados investimentos foram realizados ao longo dos últimos anos, especialmente pela iniciativa privada, para ampliação da produção nacional de fertilizantes. Entretanto, as importações em relação às vendas internas representaram, em média para os últimos cinco anos, 70% (ANDA, 2015), o que expõe o país às oscilações de preços internacionais e aumento do

peso dos fertilizantes nos custos de produção para a maioria dos produtos agrícolas, bem como coloca em cheque a soberania alimentar do país. Rússia (25,8%), Estados Unidos (12,2%), Canadá (11,4) e Marrocos (11,0%) representam as principais origens das matérias-primas fertilizantes para o Brasil. Adicionalmente, existe grande concentração de empresas produtoras de matérias-primas fertilizantes e de produtos intermediários no Brasil. Segundo a ANDA (2015), as empresas Vale Fertilizantes (58,9%), Anglo American Fosfatos (11,8%) e Petrobras (7,6%) concentravam à época cerca de 78,3% da produção nacional. Este contexto reforça a importância do país desenvolver e reforçar estratégias territoriais de valorização de suas fontes de nutrientes, em adição ao aprimoramento e adoção de boas práticas agrícolas que contribuam para a sustentabilidade dos agroecossistemas.

AGRICULTURA, CIÊNCIA E SOCIEDADE

Compreender e interpretar as mudanças pelas quais passam nossa percepção de agricultura, ciência e sociedade, significa primeiro perceber que há uma íntima e complexa associação entre estes elementos. Verdaderamente, não há como segmentar os avanços científicos e tecnológicos da evolução observada na agricultura ao longo do tempo e das suas reais consequências sobre as percepções da sociedade sobre o papel da agricultura e suas conexões com as mudanças climáticas, com a sustentabilidade, com onexo alimento-nutrição-saúde-qualidade de vida, com os conceitos modernos de territorialidade, dentre outros.

Os sinais e os desafios que a sociedade nos apresenta daqui para o futuro passam por uma agricultura capaz não somente de produzir alimentos em quantidade e qualidade, mas também ofertar fibras, energia e serviços ambientais a partir do uso sustentável e eficiente dos recursos naturais, da adoção de boas práticas agrícolas que valorizem os princípios da agronomia, como a rotação de culturas, o manejo integrado de pragas, o sistema plantio direto, dentre outras, de forma a promover a redução do uso de combustíveis fósseis e a manutenção ou ampliação da biodiversidade.

Naturalmente, ao longo do tempo, os conceitos e visões se alteram em função dos avanços científicos e tecnológicos sob a perspectiva da ciência. Porém, esta compreensão não pode prescindir da necessária interpretação dos sinais que a sociedade aponta. Desde a agricultura mais primitiva, que se utilizava especialmente do fogo para rápida disponibilização dos nutrientes presentes nos resíduos culturais (baixa complexidade) às plantas cultivadas, até o presente uso de organismos capazes de retirar nitrogênio atmosférico e incorporá-lo ao tecido vegetal das plantas (elevada complexidade), passando pelos fertilizantes solúveis e, mais recentemente, pelos remineralizadores de solo, houve considerável ampliação de complexidade e inter-relação entre os processos físicos, químicos e biológicos. Embora seja de difícil percepção, estamos vivendo uma mudança de paradigma, partindo de uma agricultura baseada em insumos e quase que somente preocupada com a produção de alimentos para uma visão de agricultura baseada em processos, onde o entendimento sobre as complexas interações entre o sistema solo-água-planta-atmosfera-organismos será fundamental para a racionalização do uso de insumos na agricultura, bem como para a redução de dependência a sua importação.

Para melhor compreensão e análise da co-evolução agricultura, ciência e sociedade, faremos um recorte temporal e meramente didático da realidade ao longo dos últimos 50 anos, de forma a podermos projetar a agricultura e os desafios pra o futuro.

Figura 1. Representação esquemática das etapas da evolução da agricultura moderna – mudança de paradigmas.



REVOLUÇÃO VERDE (PRIMEIRA ONDA)

Considerado um dos períodos de maior expansão da fronteira agrícola do Brasil (1960-1990) (Figura 1), especialmente pela ocupação do cerrado brasileiro, o modelo agrícola se caracterizou pela intensificação da mecanização agrícola, pela monocultura, pelo intenso preparo de solo e pela adoção de pacotes tecnológicos baseados em insumos sintéticos, dentre os quais o calcário, os fertilizantes solúveis (NPK) e agrotóxicos.

Neste período, o desafio mais importante para o país era a segurança alimentar, pois o Brasil era até então grande importador de alimentos. Pesados investimentos públicos, como a criação da EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) em 1973, a EMBRATER (Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural) e a interiorização das universidades públicas federais e estaduais, elementos decisivos para a estruturação do Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA), foram realizados. Os fortes investimentos privados, especialmente das multinacionais nos setores de máquinas agrícolas, fertilizantes, genética vegetal, agrotóxicos e afins, ajudaram o Brasil a se consolidar como um dos maiores produtores mundiais de alimentos neste período.

Do ponto de vista científico e tecnológico, as principais questões a serem respondidas pelos projetos focalizavam o desenvolvimento e adaptação de cultivares às condições edafocli-

máticas das diferentes partes do território nacional, os ajustes nas doses da adubação NPK para os diferentes cultivos e ajustes no manejo de pragas baseado especialmente em agrotóxicos.

Além da pesquisa com visão monodisciplinar e de caráter adaptativa que, quando validada, era difundida pelos técnicos das empresas de assistência técnica e extensão rural (ATER) e da ênfase aos ganhos incrementais em produtividade por meio da genética e do uso massivo de insumos, houve avanços igualmente importantes em agendas altamente portadoras de futuro e de alta vanguarda científica e tecnológica ao seu tempo, em duas vertentes: i) desenvolvimento da fixação biológica de nitrogênio em leguminosas e gramíneas, com destaque para a cultura da soja; ii) introdução, desenvolvimento e consolidação do sistema plantio direto, especialmente no final dos anos 80 e década de 90.

Sob a ótica social e capitalista, a revolução verde cumpriu parcialmente seu papel, pela ampliação significativa da produção de alimentos (de importador a exportador de commodities) e pela consolidação de diversas cadeias de valor no agro brasileiro, a exemplo da cadeia de proteína animal, da soja, da cana e do açúcar, do algodão, do arroz, dentre outras. Por outro lado, os impactos negativos da monocultura, do preparo intensivo do solo, visíveis pelos processos erosivos e pelo grande contingente de áreas degradadas, o uso de agrotóxicos sem base em monitoramento e como única estratégia de convivência com as pragas, foram e ainda são muito perceptíveis pela sociedade. Adicionalmente, a revolução verde consolidou-se no imaginário como uma agricultura “altamente eficiente”, mas dependente de insumos e de escala para ser competitiva, cujas externalidades foram a exclusão de um grande contingente de agricultores do campo e a degradação de terras não aptas ao uso intensivo para produção de grãos.

SISTEMAS INTEGRADOS (SEGUNDA ONDA)

A monocultura, uma espécie de “especialização da produção”, cunhada como estratégia ao longo da “revolução verde”, gradualmente cede e continuará cedendo lugar aos sistemas integrados e rotacionados de produção. Tais sistemas apresentam menor risco às mudanças de tempo e clima, permitem melhor convivência com as pragas, são mais eficientes no uso da água e da energia e ainda permitem melhor ciclagem de nutrientes e de carbono, dentre outros.

Em contraponto à expansão da agricultura sobre novas fronteiras agrícolas, ainda que esta continue ocorrendo em algumas regiões do país (metade sul do Rio Grande do Sul) e especialmente na região do MATOPIBA (Mato Grosso, Maranhão, Piauí, Bahia e Tocantins), há visível alteração de formato tecnológico ao longo das últimas duas décadas (1990-2017) (Figura 1), com fortalecimento da adoção em larga escala dos sistemas integrados de produção, incluindo cereais, pecuária (Integração Lavoura-Pecuária - ILP) e, por vezes, produção florestal (Integração Lavoura-Pecuária-Floresta - ILPF). Na agricultura familiar, já é frequente a adoção de sistemas agroflorestais (SAFs), os quais podem ser sustentáveis se bem manejados e integrados a produção animal de forma a se reciclar resíduos culturais e dejetos animais.

Os sistemas integrados e rotacionados são comumente mais intensivos em conhecimento e complexidade quando comparados à monocultura, porém menos demandantes em insumos, pois permitem melhor aproveitamento e ciclagem de nutrientes oriundos dos resíduos culturais e da produção animal. Adicionalmente, tendem a ser mais eficientes no uso da água, demandam menor consumo energético e permitem uma melhor convivência com as pragas, ra-

cionalizando o uso de agrotóxicos. Pela integração na produção, é possível produzir alimentos, fibras, proteína animal e energia, dentre outros, na mesma área, garantindo bem estar animal nos sistemas de ILPF. Geralmente, seu manejo exige visão multidisciplinar na geração de novos conhecimentos e soluções tecnológicas. Por exemplo, enquanto que em um monocultivo podemos simplesmente ajustar a adubação NPK, nos sistemas integrados é preciso desenvolver estratégias para o manejo da fertilidade para o sistema, o que torna os desafios científicos e tecnológicos maiores e mais complexos, exigindo métodos de pesquisa sistêmicos e trabalho em rede multidisciplinar e interinstitucional focalizados na eficiência dos sistemas.

Embora ainda em fase de ampliação e consolidação, os sistemas integrados e rotacionados, este formato tecnológico é melhor percebido pela sociedade, pois: i) permite perceber com maior clareza a multifuncionalidade da agricultura; ii) permite balanços ambientais mais favoráveis, especialmente de carbono; iii) melhora a eficiência do uso dos recursos naturais; iv) garante ganhos no bem estar animal; v) permite reduzir o impacto dos estresses climáticos e; vi) notadamente reduzem o uso de insumos agrícolas, especialmente fertilizantes e agrotóxicos. Dentre exemplos robustos do avanço destes sistemas no Brasil, destacam-se o cultivo especialmente da soja integrada com a produção animal com base em pastagem e em rotação ao tradicional cultivo do arroz irrigado na metade sul do Rio Grande do Sul e, os sistemas de ILP/ILPF no planalto central brasileiro, incluindo a rotação soja e milho, integrada com a produção de pastagem, geralmente braquiária e produção de bovinos de carne e ou leite.

AGRICULTURA DE BASE BIOLÓGICA (TERCEIRA ONDA)

Para os próximos anos, há clara sinalização da sociedade para cinco direcionamentos, os quais devem permear a agenda de prioridades das instituições de ciência, tecnologia e inovação: i) mudanças climáticas; ii) sustentabilidade; iii) geração de valor; iv) subsídio a políticas públicas e; v) alimento-nutrição-saúde.

Além da preocupação com os impactos das mudanças climáticas sobre a produção de alimentos, sobre a dinâmica dos ecossistemas e biomas e sobre as populações especialmente mais pobres, haverá cada vez maior atenção ao uso pouco eficiente dos recursos naturais (solo, água, atmosfera, biodiversidade fontes energéticas), o que demandará inovações orientadas para a valorização dos mecanismos e processos biológicos em detrimento do uso de insumos externos. Adicionalmente, as soluções tecnológicas a serem desenvolvidas, além de ambientalmente amigáveis, deverão apresentar grande capacidade de gerar valor tangível e intangível à sociedade.

Ademais, haverá cada vez maior clareza da vinculação entre alimento, nutrição e saúde. Neste contexto, o alimento deixará de ser percebido como “mercadoria necessária”, passando a ser entendido como “promotor de qualidade de vida, saúde e bem estar”. Para tal, haverá maior interesse da população sobre o formato tecnológico com que o alimento é produzido, sua origem territorial e vinculação sociocultural, bem como maior atenção aos mecanismos e estratégias de rastreabilidade e certificação, incluindo a adoção de boas práticas agrícolas e uso de insumos externos.

Evidente que aqui não se trata de prever o futuro, mas sim analisar e contextualizar os sinais que a sociedade nos aponta, bem como inferir sobre eventuais desdobramentos ao papel da agricultura e seus impactos sobre a agenda de pesquisa, desenvolvimento e inovação, foca-

lizada nos formatos tecnológicos e padrão de uso de insumos, partindo de uma agricultura até então provedora de alimentos para uma agricultura promotora de saúde e qualidade de vida. Exemplos destes sinais são a forte preocupação da sociedade quanto ao uso de agrotóxicos e de organismos geneticamente modificados na agricultura, o que pode ser interpretado como um poderoso “driver” que reforçará as bases de uma “terceira onda” na agricultura.

Embora possa ainda ser percebida quase que como “utopia” para os mais céticos, a “ecologização” da agricultura será cada vez mais imperiosa, por várias questões: i) pressão da sociedade por alimentos mais saudáveis; ii) aumento do custo de obtenção de novas moléculas sintéticas para uso na agricultura, especialmente para convivência com pragas; iii) aumento da resistência de pragas a estas moléculas; iv) ampliação dos investimentos em pesquisa, desenvolvimento e inovação em ativos de base biológica, privados e públicos.

Comparativamente aos formatos tecnológicos que alicerçaram a revolução verde e ainda lastreiam a adoção de sistemas integrados, a bases científicas da agricultura de base biológica são mais complexas (Figura 1) e exigem conhecimentos altamente especializados em química, bioquímica, fisiologia e ecofisiologia, porém altamente integrados e lastreados pela recuperação dos princípios da agronomia e da agroecologia, muitas vezes simplesmente substituídos por algum insumo sintético disponível.

A geração de ativos de base biológica e o desenho de sistemas sustentáveis de produção demandam o domínio de relações complexas e redes robustas transdisciplinares (“redes das redes”). Adicionalmente, exige mudança de modelo mental do cartesiano ao holístico, domínio de métodos e indicadores de elevada complexidade, bem como humildade para “observar” o que a natureza já “sabe”.

Embora em nosso “modelo mental” ativos tangíveis (sementes, fertilizantes, inoculantes e agrotóxicos) costumam ser mais “perceptíveis” quanto ao seu impacto sobre o processo de produção, estudos recentes demonstram que mais de 70% dos avanços obtidos pelo agro brasileiro são resultantes da incorporação de conhecimentos e boas práticas para o sistema de produção, considerados ativos intangíveis.

Fontes de nutrientes presentes em agrominerais (remineralizadores de solo) de ocorrência em diferentes formações geológicas, muitos dos quais ainda desconhecidos; resíduos culturais; dejetos animais; em adição aos produtos e co-produtos de processos biológicos presentes na natureza, cujos organismos (fungos, bactérias, actinomicetos e micorrizas) são capazes de promover crescimento de plantas, controlar pragas, ampliar a eficiência de absorção de nutrientes, promover a fixação biológica de nitrogênio, dentre outras funções, serão fundamentais para a consolidação desta “nova agricultura”.

Neste contexto, tais fontes poderão desempenhar papel importante, não somente pelos nutrientes que fazem parte de sua composição, mas também pelo estímulo à atividade biológica que sua aplicação ao solo propicia. Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, por meio da Lei 12890/2013, remineralizador significa o material de origem mineral que tenha sofrido apenas redução e classificação de tamanho por processos mecânicos e que altere os índices de fertilidade do solo, por meio da adição de macro e micronutrientes para as plantas, bem como promova a melhoria das propriedades físicas ou físico-químicas ou da atividade biológica do solo.

Inegavelmente, há grande expectativa da sociedade quanto a consolidação da agricultura de base biológica e sua capacidade de produzir alimentos saudáveis em escala suficiente para alimentar a população mundial. Para tal, alguns desafios emergem para a consolidação da “terceira onda” da agricultura, dentre os quais se destacam:

- a. Revisão dos currículos acadêmicos dos cursos da área de agrárias e afins, com maior ênfase a integração de conhecimentos e visão holística, fortalecendo as bases para a construção de modelo mental de agricultura baseado em mecanismos e processos em detrimento daquela baseada especialmente em insumos;
- b. Ampliação dos investimentos em pesquisa, desenvolvimento e inovação em áreas estratégicas para a consolidação da agricultura de base biológica, especialmente para prospecção de agrominerais com potencial para uso agrícola; prospecção de agentes de biocontrole de pragas; desenvolvimento de ativos tecnológicos com base em promotores de crescimento; fixação biológica de nitrogênio em leguminosas e gramíneas; desenvolvimento de formulações fertilizantes com base em remineralizadores e micro-organismos funcionais, dentre outros;
- c. Ampliar a geração de conhecimentos sobre a interação solo-água-planta-atmosfera-microorganismos com base em ecofisiologia, química, bioquímica, biologia e agrogeologia visando compreender processos e mecanismos associados a agricultura de base biológica e suas interações em sistemas complexos;
- d. Gerar bases de dados, informações, conhecimentos e tecnologias (inteligência territorial estratégica) associadas ao aproveitamento sustentável de resíduos e coprodutos de processos agroindustriais na agricultura em escala territorial;
- e. Ampliar os estudos de eficiência agrônômica, segurança ambiental e segurança do alimento para condicionadores de solo, remineralizadores e formulações fertilizantes incluindo fontes minerais, orgânicas e micro-organismos, de forma a promover maior oferta de produtos registrados;
- f. Avançar na geração de dados, informações, conhecimentos e tecnologias de forma a subsidiar revisões e alterações no marco legal e normativo visando ampliar o uso de produtos e processos de base biológica na agricultura e;
- g. Ampliar e consolidar “Redes de Inovação” voltadas à geração de ativos de base biológica por meio de políticas públicas e parcerias público-privadas.

REFERÊNCIAS

ANDA – Associação Nacional para a Difusão de Adubos. **Anuário estatístico 2015**. 175 p. 2015.