

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
Presidente: Fernando Henrique Cardoso

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO
Ministro: Arlindo Porto Neto

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA
Presidente: Alberto Duque Portugal
Diretores: Elza Angela Battaglia Brito da Cunha
José Roberto Rodrigues Peres
Dante Daniel Giacomelli Scolari

CENTRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO OESTE
Chefe Geral: José Ubirajara Garcia Fontoura
Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento: Júlio Cesar Salton
Chefe Adjunto de Apoio Técnico: André Luiz Melhorança
Chefe Adjunto Administrativo: Josué Assunção Flores

**WORKSHOP SOBRE SISTEMAS
SUSTENTÁVEIS DE
PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA**

Dourados, MS, 7 a 9 de maio de 1996

RELATÓRIO



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste
Ministério da Agricultura e do Abastecimento*

Dourados, MS
1996

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:

EMBRAPA-CPAO

Setor de Marketing e Comercialização - SMC
Rod. Dourados-Caarapó, km 5
Caixa Postal 661
Telefone: (067) 422-5122 - Fax: (067) 421-0811
79804-970 - Dourados, MS

COMITÊ DE PUBLICAÇÕES:

Júlio Cesar Salton (Presidente)
André Luiz Melhorança
Augusto César Pereira Goulart
Carlos Hissao Kurihara
Clarice Zanoni Fontes
Edelma da Silva Dias
Eliete do Nascimento Ferreira
Guilherme Lafourcade Asmus
José Ubirajara Garcia Fontoura

Consultores "ad hoc":

Amoacy Carvalho Fabricio
Geraldo Augusto de Melo Filho
Luís Carlos Hernani
Mário Artemio Urchei

PRODUÇÃO GRÁFICA:

Coordenação: Clarice Zanoni Fontes
Diagramação eletrônica e Revisão: Eliete do Nascimento Ferreira
Normalização: Eli de Lourdes Vasconcelos

TIRAGEM: 100 exemplares

WORKSHOP SOBRE SISTEMAS SUSTENTÁVEIS DE PRODUÇÃO
AGROPECUÁRIA, 1996, Dourados. **Relatório.** Dourados:
EMBRAPA-CPAO, 1996. 57p. (EMBRAPA-CPAO. Documentos,
9).

1. Agropecuária-Produção-Sistema-Impacto Ambiental-
Congresso. 2. Agricultura sustentável-Brasil. I. EMBRAPA. Centro de
Pesquisa Agropecuária do Oeste (Dourados, MS). II. Título. III. Série.

CDD 630.7209817

© EMBRAPA, 1996

COMISSÃO ORGANIZADORA

Júlio Cesar Salton
Presidente

Grupo técnico:

Luís Carlos Hernani
Carlos Hissao Kurihara
Mário Artemio Urchei
Amoacy Carvalho Fabricio
Shizuo Maeda

Infra-estrutura:

Camilo Placido Vieira
Clarice Zanoni Fontes

APRESENTAÇÃO

A programação de pesquisa e desenvolvimento da *Embrapa Agropecuária Oeste* visa atender as demandas da Região Oeste do Brasil, compreendida pelos estados de Mato Grosso do Sul, Mato Grosso (área não amazônica), São Paulo (Região Oeste) e Paraná (Região Noroeste).

Os projetos de pesquisa objetivam obter conhecimentos sobre os recursos naturais e seu manejo sustentável, assim como validar e transferir tecnologias para os clientes com atividades na região, incluindo produtores, agroindustriais, comerciantes, consumidores e outros segmentos. Entre esses projetos, a *Embrapa Agropecuária Oeste* está voltada para o desenvolvimento e a melhoria de sistemas de produção e avaliação do impacto ambiental de sistemas intensivos integrados de produção agropecuária.

O Workshop promovido pela *Embrapa Agropecuária Oeste*, com participação e colaboração de outros centros da empresa, universidades e setor privado, serviu para consolidar conceitos e metodologias e divulgar a proposta de pesquisa em sistema intensivo de produção.

Como linha de pesquisa complexa e pouco praticada, outros encontros deverão ser realizados para o aperfeiçoamento das metodologias, validação e transferência de resultados para os clientes e usuários das novas tecnologias geradas.

José Ubirajara Garcia Fontoura
Chefe Geral da EMBRAPA-CPAO

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	9
1. APRESENTAÇÃO DO PROJETO “IMPACTO AMBIENTAL DE SISTEMAS INTENSIVOS E INTEGRADOS DE PRODUÇÃO DE GRÃOS E CARNE BOVINA, NA REGIÃO OESTE DO BRASIL” Júlio Cesar Salton.....	10
2. CONCEITOS DE SUSTENTABILIDADE, SISTEMAS DE PRODUÇÃO E AGROECOLOGIA	
2.1. Conceito e modelagem de agroecossistema Orfeo A. D. Affin.....	15
2.2. Formação técnica, enfoque sistêmico e agroecologia Laércio Nunes e Nunes.....	18
2.3. O objeto da sustentabilidade como decorrência da visão científica da realidade Luís Renato D’Agostini.....	21
3. MODELOS DE SIMULAÇÃO E AGROECOSSISTEMAS	
3.1. Agroecossistemas Marcos Antonio Vieira Ligo.....	25
3.2. Modelagem e simulação de sistemas Maria Conceição Young Pessoa.....	27
3.3. Modelos conceituais e de simulação Alfredo José Barreto Luiz.....	29
4. ENFOQUE DE SISTEMAS NAS DISCIPLINAS	
4.1. Fitossanidade Erlei Melo Reis.....	31
4.2. Água no solo Paulo Leonel Libardi.....	32
4.3. Dinâmica dos nutrientes João Carlos Moraes Sá.....	36
4.4. Matéria orgânica no solo	

Cimélio Bayer.....	38
4.5. Erosão no solo	
José Eloir Denardin.....	39
4.6. Adubação em pastagem	
Manoel Macedo.....	42
4.7. Avaliação econômica de sistemas de produção	
Geraldo Augusto de Melo Filho e Alceu Richetti.....	42
4.8. Integração agropecuária	
Armindo Neivo Kichel.....	45
5. TRABALHOS EM GRUPO.....	46
6. RELAÇÃO DOS PARTICIPANTES.....	54

WORKSHOP SOBRE SISTEMAS SUSTENTÁVEIS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA

INTRODUÇÃO

Desde sua criação, em 1993, o Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste (CPAO) vem debatendo e desenvolvendo atividades de pesquisas com enfoque em Sistemas de Produção, em conformidade com sua missão de Centro Ecorregional. Dentro deste enfoque promoveu nos dias 7, 8 e 9 de maio de 1996, em Dourados, MS, um Workshop com os seguintes objetivos: a) discutir conceitos de sistemas de produção agropecuária, sustentabilidade, agroecologia e o uso de modelos; b) debater e propor modelo conceitual de sistemas de produção; c) divulgar à comunidade científica regional o projeto “Impacto ambiental de sistemas intensivos e integrados de produção de grãos e carne bovina, na Região Oeste do Brasil”; d) discutir opções metodológicas para execução de trabalhos de pesquisa no âmbito do Projeto e e) estabelecer parcerias e fortalecer o intercâmbio entre instituições de pesquisa científica.

A programação do Workshop constou de exposições orais de vários especialistas e de trabalhos em grupo, visando a obtenção de modelos conceituais de agroecossistemas.

A seguir, são apresentados, de forma resumida, relatos dessas atividades.

1. APRESENTAÇÃO DO PROJETO “IMPACTO AMBIENTAL DE SISTEMAS INTENSIVOS E INTEGRADOS DE PRODUÇÃO DE GRÃOS E CARNE BOVINA, NA REGIÃO OESTE DO BRASIL”.

Júlio Cesar Salton
EMBRAPA-CPAO

O cenário atual do setor primário na região apresenta o predomínio de sistemas com pecuária extensiva, monocultivo de soja e, em menor escala, produção intensiva de aves e suínos associadas a áreas de produção de grãos. Nas lavouras de soja, nas últimas safras, a ocorrência de doenças (cancro da haste, síndrome da morte súbita) e nematóides (galha e cisto) tem causado elevadas perdas, associadas a frustrações generalizadas, especialmente em Mato Grosso do Sul (produção e preço), resultando em escassez de recursos financeiros. Além desses fatos, a degradação dos solos, com elevadas perdas por erosão, acentua a insustentabilidade do setor.

A pecuária tradicional, por sua vez, apresenta baixos índices zootécnicos e, como consequência, baixa rentabilidade e acentuada taxa de degradação das pastagens, com empobrecimento químico e compactação do solo.

De forma resumida, os atuais sistemas podem ser descritos da seguinte forma:

a) Sistema tradicional de agricultura

A agricultura tradicional consiste na produção de soja, sem rotação de culturas, com preparo do solo realizado através de sucessivas operações com grades de discos, que são realizadas antes da semeadura da soja e durante a entressafra. Neste período, eventualmente é cultivado milho safrinha ou aveia preta, mas, em sua grande maioria, as terras permanecem em pousio, expostas à

ação das intempéries, improdutivas e em processo de degradação. Na Região Oeste do Brasil o sistema tradicional é adotado em cerca de 2,5 milhões de ha. A soma dos custos variáveis e fixos na lavoura de soja em Mato Grosso do Sul situam-se em torno de 40 sc/ha, enquanto a produtividade média dos últimos cinco anos tem sido de aproximadamente 35 sc/ha. O consumo de adubos é de 302.000 t de P_2O_5 e 281.000 t de K_2O por ano, a exportação de nutrientes pelas colheitas atinge 270.000 t de N, 60.100 t de P_2O_5 e 107.100 t de K_2O , enquanto as perdas de solo são da ordem de 5,3 t/ha/ano (GP + GN, 3% declividade, LR argiloso), com perdas de nutrientes por erosão de 11.420 t de P_2O_5 e 30.000 t de K_2O . Este sistema apresenta elevada dependência das condições climáticas e elevada ocorrência de pragas e doenças.

Apesar deste quadro, o valor da produção gerada é superior a R\$1 bilhão/ano.

b) Pecuária tradicional

Este sistema ocupa 40 milhões de ha (22 milhões em Mato Grosso do Sul), com um rebanho bovino superior a 22 milhões de cabeças (15 milhões em MS). Desse total de área estima-se que ocorra alguma degradação em 30 milhões de ha. As fazendas são predominantemente médias e grandes, com os produtores proprietários da terra. O sistema caracteriza-se por adotar manejo extensivo, com bom padrão genético dos animais, porém índices zootécnicos muito baixos, realizando-se o abate entre 36 e 48 meses; eficiência reprodutiva inferior a 50%; desfrute médio de 11%; capacidade de suporte das pastagens inferior a 0,8 U.A./ha; produção inferior a 40 kg de peso vivo/ha/ano; baixa tecnologia em manejo, adubação e alimentação dos animais e custo de produção estimado em R\$20,60/arroba, resultando em baixa lucratividade, apresentando, no entanto, grande potencial para evolução.

c) Agricultura no Sistema Plantio Direto

Este sistema de produção baseia-se na ausência de preparo do solo, proteção do solo pela palha na superfície e na rotação de

culturas, como medidas de melhorias de atributos químicos e físicos de solo, aumento da produtividade das culturas e menor uso de insumos (combustível, trabalho, agrotóxicos e adubos), maior equilíbrio e diversidade biológica.

O sistema recomendado de rotação de culturas ocupa, no verão, 2/3 da área com soja e 1/3 com milho. No outono/inverno são cultivados trigo, aveia, nabo e girassol e na primavera o milho. Na Região Oeste do Brasil, tal sistema é adotado em cerca de 250.000 hectares. Em Mato Grosso do Sul, a soma dos custos variáveis e fixos de produção da soja no Sistema Plantio Direto são equivalentes a 40 sc/ha, com produtividade média nos últimos cinco anos de aproximadamente 45 sc/ha, evidenciando menor dependência das condições climáticas. As perdas de solo são da ordem de 0,8 t/ha/ano (LR argiloso, 3% de declividade), aproximadamente 10% das perdas que ocorrem no sistema tradicional.

d) Sistema integrado lavoura - pastagem

Sistema de produção proposto para a região, composto basicamente pela lavoura de soja e pecuária de corte; constitui-se em um sistema mais eficiente e sustentável; permite ainda a formação de parcerias entre pecuaristas (proprietários) e agricultores (arrendatários). Baseado no Sistema Plantio Direto, permite a obtenção das melhorias que esta tecnologia proporciona, somadas aos benefícios advindos da rotação de lavouras com pastagem. Os ciclos previstos são de dois anos com pastagem e com lavoura. A pastagem é manejada no sistema rotativo. No inverno e na primavera utiliza-se aveia-preta e milho, respectivamente. A implantação da soja é realizada sobre a pastagem dessecada com herbicidas em Plantio Direto, que proporciona adequada cobertura do solo por palha. Este sistema está sendo utilizado com algumas variações em 18.000 ha da região Oeste.

OBJETIVOS E METAS DO PROJETO

- Desenvolver modelo conceitual que descreva a estrutura e funcionamento dos sistemas de produção;
- avaliar o impacto ambiental de sistema de produção integrado e intensivo;
- identificar os principais componentes e parâmetros dos sistemas, como possíveis descritores/ indicadores de sustentabilidade, e compor modelos de simulação, além de caracterizar níveis de sustentabilidade para ações preventivas ou corretivas;
- desenvolver/utilizar modelos de simulação para extrapolação dos resultados;
- concluir sobre a sustentabilidade de sistemas intensivos de produção e
- recomendar sistema de produção com maior eficiência que os atuais.

METODOLOGIA

O estudo de sistemas de produção exige mudanças na forma de trabalho, novos conceitos, ações e conhecimentos multidisciplinares, envolvimento da sociedade, das instituições de pesquisa, universidades, órgãos de assistência técnica e produtores rurais. O cronograma de trabalho prevê as seguintes etapas: a) levantamento de demandas e dados no campo, b) experimentação, testes e elaboração de modelos no CPAO, c) validação dos resultados e uso de simulação no CPAO e em áreas externas e d) difusão dos resultados para a sociedade.

O projeto conta com uma base física no CPAO com área de 28 ha, onde os sistemas estão implantados e em condução permanente. Para análises químicas e físicas do solo foram coletadas amostras em pontos equidistantes de 30,00 m, em duas profundidades, para possibilitar o uso de técnicas de geoestatística. Também está disponível área de reserva, podendo ser utilizada como referência padrão para solo, vegetação, etc.

O uso conjunto das tecnologias disponíveis, em estrutura física organizada e com controle, proporciona oportunidade experimental e instrumento de validação para os usuários. Os subprojetos e as

ações de pesquisa poderão utilizar a base física do CPAO ou fazendas de produtores.

Com a execução do projeto espera-se obter como repercussão: a) uso de sistemas de produção adequados à região, b) reflexos positivos na economia regional, c) aumento da produção de grãos e carne bovina e d) melhoria da qualidade de vida da população envolvida.

2. CONCEITOS DE SUSTENTABILIDADE, SISTEMAS DE PRODUÇÃO E AGROECOLOGIA

2.1. CONCEITO E MODELAGEM DE AGROECOSSISTEMA

Orfeo A. D. Affin
EMBRAPA-CPAC

De início, propõe alterar as denominações “sistema de produção” e “sustentabilidade” por “fazenda ou agroecosistema” e “agricultura sustentável”, respectivamente, por entender que as primeiras são muito genéricas. Apresentou o paradigma do enfoque sistêmico, citando Heráclito de Éfeso - *um homem não pode banhar-se duas vezes no mesmo rio*, como o pioneiro em tratar da ciência dos sistemas ou enfoque sistêmico. A seguir procurou definir *sistema* como: “parte do mundo real que é interpretada como uma totalidade, e que pode manter sua identidade apesar das mudanças passíveis de acontecer com o mesmo. Como elementos de um sistema incluiu: limites, componentes, interações entre componentes, entradas, saídas e metassistemas.

Como recomendações gerais sobre modelagem conceitual de agroecossistemas, visando uma agricultura sustentável, primeiramente deve-se tentar representar conceitualmente a interpretação da dinâmica total de um agroecossistema, estabelecimento agrícola ou fazenda, conjuntamente com suas relações com o ambiente, em forma relativamente genérica ou canônica. O detalhamento é dispensável nesta fase, pois pode demorar ou dificultar a representação visual da interpretação dinâmica do agroecossistema. Por exemplo: não se deve especificar os produtos envolvidos, sejam animais ou vegetais, chamando-os de *produto*. Não especificar os tipos de máquinas, equipamentos, instalações, ferramentas, construções, veículos e outros, denominando-os de *imobilizado*. No caso de possíveis estoques de nutrientes, corretivos, biocidas, combustíveis e outros, como *realizável*. Recomenda-se não pensar em débito e crédito, considerando somente *operações à vista*. O produtor, os membros

de sua família e a mão-de-obra contratada serão simplesmente *força de trabalho*. Na fase inicial não decompor o ciclo do processo produtivo em estádios fenológicos ou operacionais, simplesmente pensar no ciclo do processo produtivo como *um só evento*.

Uma vez que o modelo conceitual, canônico ou genérico, está funcionando suficientemente resistente às críticas, e é efetivamente uma ajuda para uma melhor compreensão da dinâmica do estabelecimento agrícola, então pode-se, gradativamente, incorporar uma desagregação dos elementos participantes, em classes, subclasses e subsubclasses, até onde seja necessário. Também é a oportunidade de desagregar os ciclos do processo produtivo, em fases fenológicas ou estágios operacionais reais.

Acredita-se que é indispensável utilizar a visão sistêmica do funcionamento da vida, do universo; isto pode constituir-se em dificuldades nas comunicações entre os pesquisadores, que possuem diferentes graus de intimidade com esta forma científica de interpretar os fenômenos biológicos, socioeconômicos, agronômicos e a totalidade dos fenômenos no universo.

Se há interesse em melhorar a compreensão da dinâmica do agroecossistema, visando agricultura sustentável, a interpretação conceitual deve estar inserida nessa perspectiva e permitir visualizar e compreender as alternativas que viabilizam a agricultura sustentável. O modelo conceitual deve explicitar a dinâmica do agroecossistema.

Para efeito de facilitar a interpretação do significado dos fluxos de entrada e saída e as transformações internas e externas, é desejável tentar fazer uma conversão do conteúdo intrínseco da matéria, energia, informação e formas de vida, em todas as suas formas de apresentação, em uma unidade comum de medida; pode ser utilizando uma unidade de energia solar (Odum, 1983). Considerando a finalidade do trabalho, a agricultura sustentável e as características da dinâmica do contexto, acredita-se que é mais útil utilizar a contrapartida de fluxo da energia, no caso dos agroecossistemas, ou seja, o dinheiro (\$). As necessidades de repor as propriedades perdidas do solo, da água, das instalações, máquinas, equipamentos, força de trabalho e outras, vão significar deslocamentos de energia, que serão feitos mediante uma contrapartida, ou seja, um fluxo de dinheiro. Com a conversão a "\$" de todos os fluxos de matéria, informação, energia e formas de vida,

pode-se ter uma visão da sustentabilidade do ciclo do processo produtivo ou uma boa percepção do que faltou e, ao mesmo tempo, visualizar o que é necessário mudar para viabilizar a agricultura sustentável.

É de fundamental importância que o modelo conceitual seja submetido ao teste operacional, que pode ser feito de diferentes formas, dependendo dos recursos disponíveis e as preferências dos pesquisadores envolvidos. Podemos alimentar o modelo conceitual com valores do processo produtivo de uma fazenda hipotética, estudando os valores que vão assumindo os diferentes componentes. Pode ser efetuado mediante processo de cálculo mental, manuscrito ou através de programa para computador. A finalidade do teste operacional é, fundamentalmente, para observar seu comportamento, se é capaz de refletir algum tipo de dinâmica, neste caso aquela que está em nossa mente.

Uma vez superada a fase operacional de nosso modelo conceitual, é preciso estudar o significado dos valores apresentados nos testes operacionais e compará-los com o que o conhecimento, as experiências e o raciocínio induzem. Este segundo teste tem uma finalidade mais profunda. O anterior verificou se o modelo representa a dinâmica que está na mente; o teste atual é para confrontar se essa interpretação da dinâmica do ciclo do agroecossistema é realmente compatível com experiência, conhecimento e raciocínio. Após esta etapa, tratando-se do caso específico de um determinado agroecossistema real, vamos ter a necessidade de identificar os chamados *parâmetros* ou *coeficientes técnicos* que serão indispensáveis no uso do modelo, identificando um caso real e que necessariamente requer a participação de bons especialistas em diferentes disciplinas, os quais também deverão contribuir na identificação das relações de funcionalidade existentes no comportamento de diferentes aspectos do processo produtivo.

2.2. FORMAÇÃO TÉCNICA, ENFOQUE SISTÊMICO E AGROECOLOGIA

Laércio Nunes e Nunes

Argumentou que a concepção de sustentabilidade, sistemas de produção e agroecologia requer do pesquisador mudanças na forma de encarar o processo de produção agropecuária, uma vez que inclui a variável ambiental, com a qual não estamos habituados a trabalhar.

Os conceitos de sustentabilidade, sistemas de produção e agroecologia são tomados, freqüentemente, como objetos de ciência, quando na realidade não o são. A sustentabilidade é uma intenção ou perspectiva, o sistema de produção refere-se ao método de abordagem, ou seja, a visão holística e não compartimentalizada do processo produtivo, e a proposta agroecológica diz respeito à superposição de ciências (agronomia e ecologia). Assim, toda discussão em torno desses conceitos deve estar subordinada à visão de mundo e de ciência, para que se possa entendê-los de forma mais operacional.

Uma das dificuldades e limitações quando se procura trabalhar com pesquisa em sistemas de produção, deve-se ao problema da formação dos agrônomos pesquisadores, a qual se deu num período em que as motivações externas, ocorridas principalmente nas décadas de 70 e 80, provindas das multinacionais ligadas aos insumos industriais, internalizou propostas e formas de ver a agricultura, fundamentadas na intensificação do uso de agroquímicos.

Nesse sentido, a responsabilidade da formação dos profissionais, pautada na proposta agroquímica, deve ser atribuída às universidades, que devem rever seu enfoque, passando a levar em consideração a variável ambiental, para que possamos caminhar em direção à proposta agroecológica.

Ao se introduzir a questão ambiental na proposta do Projeto em discussão, eleva-se o nível de complexidade, uma vez que esse trabalho vai exigir a participação e a integração entre profissionais de diferentes áreas do conhecimento.

Para, efetivamente, contrapor a proposta agroecológica, à proposta agroquímica, deve-se alterar o padrão técnico, o que exige mudança de postura e de conceitos, introduzindo-se nas variáveis tecnológicas questões sobre a sustentabilidade, biodiversidade,

degradação ambiental, entre outras. Assim, discutir o padrão técnico é discutir a própria visão de agricultura, no intuito de revê-la. Com isso, deve-se rever as relações interinstitucionais, reorganizando o papel do Estado, através da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), e da sociedade civil como um todo.

Quando se procura, por exemplo, relacionar o plantio direto com sustentabilidade e agroecologia, deve-se pensar em projetos ou ações de pesquisa que tratem dos efeitos do uso de herbicidas ao meio ambiente e à microbiologia do solo, e não apenas avaliar se o sistema leva ao aumento ou diminuição da utilização dos mesmos.

Estão disponíveis estoques de tecnologia para alterar o padrão técnico em direção à proposta agroecológica. O que é preciso, antes de mais nada, é de uma mudança de atitude dos pesquisadores de como ver a agricultura, incluindo a componente ambiental.

Além disso, não basta fazer pesquisa sem levar em consideração a crise da agricultura. Para isso, deve-se ter em mente pelo menos três questões:

- a) estar convencido de que o problema de impacto ambiental, decorrente da agricultura, torna-se progressivamente mais grave;
- b) mudar a programação da pesquisa e da atitude como pesquisador e
- c) estar atento às questões e problemas novos, fora da pauta do pesquisador, onde existe a tecnologia mas a mesma não pode ser adotada por outros motivos que não os técnicos.

Outra questão importante a ser discutida é o conceito de totalidade. O homem é capaz de alterar os fluxos que se estabelecem dentro de um sistema de produção. Assim, se a pesquisa não compreender este processo como um processo em construção, corre o risco de ficar a reboque da realidade. Dessa forma, como os fluxos se alteram pela ação do homem, este deve ter a capacidade de compreendê-los e antecipar-se a eles, definindo aquilo que será objeto de pesquisa, para resolver as alterações que o homem introduz no processo produtivo.

Devemos encontrar as formas de organizar, para poder trabalhar em sistemas de produção, em função da necessidade de racionalizar custos e adequar os trabalhos de acordo com os

recursos disponíveis. Para isso, é necessário fazer um diagnóstico para encontrar os sistemas dominantes. Uma vez compreendida a dinâmica de um determinado sistema, pode-se pesquisar um problema específico na unidade de pesquisa.

O estudo do sistema como um todo não precisa, necessariamente, ser realizado na unidade de pesquisa, podendo ser desenvolvido diretamente em unidades de produção. Na realidade, não existe a dicotomia entre fazer pesquisa na unidade de pesquisa ou de produção. A discussão não é um ou outro, mas sim estudar e entender melhor os elementos que constituem o sistema de produção.

Outro aspecto de relevância e que deve ser levado em consideração quando se quer atuar em sistemas de produção, desenvolver uma visão agroecológica e adotar os princípios da sustentabilidade, é trabalhar nos limites do sistema, ou seja, desenvolver a capacidade de indagação frente ao ambiente e a realidade. Isso porque, via de regra, enxerga-se a agricultura de maneira eminentemente agrícola, desprezando o contexto que a cerca. Por exemplo, ao se fazer um estudo econômico, limita-se em avaliar os custos de produção, sem levar em conta questões macroeconômicas, que são, geralmente, as que determinam os próprios custos da atividade e suas relações com o mercado. O Mercosul é um exemplo bastante concreto, atual e próximo, com o qual a pesquisa e o Projeto ora apresentados devem estar atentos.

No entanto, isso cria dificuldades, pois tudo aquilo que não se consegue inserir diretamente no sistema dificulta na concepção. Assim, se o Projeto objetiva sugerir uma proposta alternativa, combinando integração agricultura-pecuária para a Região Oeste, e não são considerados, por exemplo, a existência de aspectos do ambiente não trabalhado, mais à frente poderá concluir-se que essa proposta não é adequada, em razão de existir, atualmente, um grande distanciamento entre o processo produtivo e o gerente. Contrariamente, o enfoque em sistemas de produção aproxima esse mesmo gerente do processo produtivo, com maior probabilidade de acerto.

2.3. O OBJETO DA SUSTENTABILIDADE COMO DECORRÊNCIA DA VISÃO CIENTÍFICA DA REALIDADE

Luís Renato D'Agostini
Faculdade de Agronomia-UFSC

Questionou, inicialmente, se a sustentabilidade seria do homem, do meio, do sistema produtivo ou nenhum desses. Afirmou que o homem, a curto prazo, não corre perigo de ser extinto; da mesma forma, o meio possui formas de se renovar. A sustentabilidade poderia se referir ao processo produtivo. No entanto, a opção do palestrante foi por nenhuma das alternativas.

A visão do problema sobre o objeto da sustentabilidade depende da visão de mundo e nem sempre corresponde ao real. Sabendo qual a visão de mundo consegue-se contextualizar o objeto produto da ciência.

Afirmou que até à época de Einstein, foi a ciência que inspirou a visão de mundo, que para a Ciência Clássica a natureza seria totalmente decifrável e, para seu entendimento, seria necessário compreender alguns princípios e, a partir desses, se compreenderia tudo sobre a natureza e todos os seus processos, seja do passado, presente ou futuro.

A partir desse entendimento surgem duas visões de mundo: a simples (para aspectos perfeitamente demarcados), que seria objeto da ciência, e o complexo, que não é complexo de fato, mas que decorre do desconhecimento dos princípios fundamentais que operam nos processos. O complexo seria repetível após o conhecimento dos processos.

Afirmou que a ciência Newtoniana estava no auge quando surgiu a termodinâmica, a qual impõe reconhecer que nem toda a energia disponível seria transformada em trabalho, havendo dissipação de uma parte. Associado ao princípio da termodinâmica existe o conceito de entropia, que foi compreendido como uma crescente desordem na natureza, onde as coisas que são angulosas se arredondam, as coisas que são quentes esfriam e as que são empilhadas esparramam-se.

Criou-se a teoria da estrutura dissipativa, que mostra que a manutenção de organismos tem custo energético elevado. Afirmou que floresta intocada não é um ecossistema em equilíbrio. Termodinamicamente é heresia, pois ela só pode existir a custo energético elevado.

Afirmou que a ciência é manifestação cultural. É uma construção intelectual do homem, segundo suas lógicas, necessidades e vontades. Qualquer descoberta científica não tem qualquer significado fora de seu contexto cultural.

Comparou as formas de observar o mundo segundo as visões:

Visão simples	Visão complexa
o objeto	a interface
o sistema	o meio
a forma	o processo
a propriedade	as relações
o integrável	as conseqüências
a certeza	as possibilidades
a multidisciplinaridade	a interdisciplinaridade

Lançou como desafio: contextualizar no tempo e no espaço nossos objetos e produtos da ciência. Admitindo-se que a ciência expressa valores culturais, e tomando-se a erosão como objeto da ciência segundo as visões de mundo simples e complexa da ciência, pode-se perceber pela visão simples que a erosão é um processo físico que degrada o meio, o que o palestrante não concorda porque já se sabe como combatê-la, e o problema é porque não se combate; de acordo com a visão complexa, a erosão é um problema que afeta a sustentabilidade das relações homem-meio. Essas percepções levam à abordagem, pela visão simples, que a erosão é descritiva e preditiva, enquanto pela abordagem da visão complexa avalia a qualidade e como afeta as relações homem meio. Essas abordagens produzem seus instrumentos.

A sustentabilidade é da relação homem-meio e é expressão de uma cultura. Esta pode ser muito boa para alguns, mas não é agradável para muitos.

Afirmou que o preservacionismo não é critério natural do homem e só surge na medida em que as conseqüências sobre o

ambiente podem ameaçar sua sobrevivência e outros critérios fundamentais.

Exemplificou como um indicador da sustentabilidade em uma bacia hidrográfica apresentou um coeficiente de eficiência energética da água da chuva (β), em que relaciona o trabalho (W) com a energia disponível (O).

$$\beta = W/O$$

Quanto mais próximo de 1 pior a qualidade e quanto mais próximo de zero melhor a relação.

Encerrou afirmando que o homem tem que reconhecer-se parte da natureza, não podendo se abstrair dela. Exemplificou dizendo que uma curva de uma estrada não é perigosa, mas sim os procedimentos de quem dirige um veículo nesta curva.

3. MODELOS DE SIMULAÇÃO E AGROECOSISTEMAS

3.1. AGROECOSSISTEMAS

Marcos Antonio Vieira Ligo
EMBRAPA-CNPMA

Discutiu a necessidade de haver entendimento de conceitos ecológicos para estudos de modelos e pesquisa agroambiental. A interação entre energia e matéria dando origem a sistemas biológicos que num espectro de níveis de organização formam os ecossistemas.

Os ecossistemas podem ser representados através de modelos para exemplificar e melhor entendimento. Demonstrou diferentes formas, como um diagrama de compartimentos, com quatro componentes básicos da modelagem de sistemas ecológicos (propriedades, fluxos, interações e matéria). Apresentou um diagrama funcional de ecossistema (Odum, 1985) com a cadeia alimentar, os ciclos e depósitos de materiais, os fluxos de retroalimentação e reciclagem, exportações e fluxos de energia. Outra forma de modelo de sistemas, que foi demonstrado, é aquele que enfoca o ambiente externo, considerando os ambientes de entrada e saída, sendo este exemplo importante para o estudo de impacto ambiental. Comentou sobre função do ecossistema, que pode ser qualquer atributo que compõe o sistema, introduzindo o entendimento de Medidas de Resistência e de Elasticidade. A primeira mede a resistência do ecossistema à intensidade de queda de um determinado atributo deste ecossistema quando sofre um estresse, e a segunda mede o tempo de recuperação do sistema após a ocorrência do estresse.

O desenvolvimento dos ecossistemas obedece a uma estratégia de sucessão ecológica, iniciando por um processo ordenado de desenvolvimento da comunidade; este irá resultar na modificação do ambiente físico pela comunidade e culminará em um ecossistema estabilizado, com a máxima biomassa e cooperação entre os organismos. Os ecossistemas apresentam atributos que

podem ser comparados em estágios iniciais e maduros do desenvolvimento, apresentados no quadro a seguir:

Atributo	Estágio inicial	Estágio maduro
<i>Energia da comunidade</i>		
Biomassa Produção Cadeia alimentar	baixa alta linear	alta baixa complexa
<i>Estrutura da comunidade</i>		
Matéria orgânica Nutrientes Diversidade Estratificação	pequena extrabiótico baixa pobre	grande intraabiótico alta bem organizada
<i>História da vida</i>		
Tamanho do organismo Ciclo da vida	pequeno pequeno, simples	grande longo, complexo
<i>Ciclo de nutrientes</i>		
Ciclo mineral Troca entre organismo e ambiente Papel dos detritos	aberto rápido não importante	fechado lento importante
<i>Pressão de seleção</i>		
Forma de crescimento Produção	r quantidade	k qualidade

3.2. MODELAGEM E SIMULAÇÃO DE SISTEMAS

Maria Conceição Young Pessoa
EMBRAPA-CNPMA

Comentou sobre a redução da diversidade no ambiente devido aos chamados agroecossistemas, e os efeitos no meio ambiente causados pela intervenção do homem, resultando em impactos indesejados. O acompanhamento desta dinâmica pode ser realizada através de simulação e estudos de modelos. Coloca a complexidade de estudos de impacto ambiental de sistemas de produção agropecuário e a necessidade de haver equipes multidisciplinares de estudo, além de integração dos conhecimentos e uma linguagem comum que reflita os mesmos interesses e necessidade de organização.

Caracterizou um sistema como um conjunto de objetos, ou elementos, que descrevem as principais características de uma situação real a ser estudada. No caso do ambiente agropecuário, a forma de representação da descrição do sistema se constitui no modelo, que poderá ser elaborado em diferentes linguagens. A simbólica se constitui nos modelos conceituais, a matemática nos modelos matemáticos (empíricos ou mecanicistas) e a linguagem material nos modelos físicos.

No estudo de sistemas é importante a compreensão dos possíveis efeitos ou dimensões dos impactos em cenários diversos; para tanto, a *simulação de sistemas* apresenta algumas vantagens, como: baixo custo, velocidade, completa informação, verificação de alterações por influência em variáveis específicas, síntese das interações entre os processos, redução do número de experimentos, além de permitir a criação de cenários diversos e ideais. Apresenta, no entanto, como desvantagens: para a validação necessita de conhecimento amplo do problema e nova coleta de dados, falta de confiabilidade nos dados simulados e dificuldade de aceitação da visão sistêmica.

Os modelos de ecossistemas podem ser: a) biodemográficos: para avaliação da população de espécies, informações genéticas, ciclos de vida; b) bioenergéticos: usam o princípio da conservação de energia, quantificam a energia utilizada através dos fluxos de

energia e c) biogeoquímicos: que usam o princípio da conservação das massas, medem massa ou concentração dos elementos cujos ciclos são apresentados no sistema.

Alguns modelos matemáticos/simuladores/sistemas integrados disponíveis:

AGCHMS - "Agricultural Chemical Evaluation and Management System" (HOAL et al.,1993).

AGNP - " A non-point source pollution model for evaluating agricultural watersheds" (YOUNG et al.,1989).

ANSWERS - "Aerial non-point sources watershed environment response simulation". (BEASLEY et al.,1979).

CHEMFLO - "One dimensional water and chemical movement in unsaturated soils" (NOFZIGER et al.,1989).

CMLS - " Chemical movement layered soils"

CREAMS/USDA - " Chemical, runoff and erosion from agricultural management systems" (KNISEL,1980).

EPIC/USDA - "Erosion productivity impact calculator" (Sharpley et al., 1990).

GASP - "General-purpose atmosphere-plant-soil system" (RIHA et al.,1994).

GCM - "Global climate models"

GLEAMS/USDA - " Grownd water leaching effects of agricultural management systems" (LEONARD et al.,1987).

LEACHM - "Leacing estimation and chemistry model" (WAGENET et al.,1989).

MAGIC - "Model for the acidification of grownd water in catchment" (COSBY et al.,1986).

NLEAP - "Nitrate leaching and economic analysis package" (SHAFFER et al.,1991).

PRZM/2 EPA - Pesticide root zone model" (CARSEL et al.,1985).

PTR EPA - "Pesticide transport and run-off model" (CRAWFORD et al., 1978).

USLE - "Universal soil loss equation" (WISCHMEIER et al., 1978).

WGEN - "Weather generator" (RICHARDSON et al., 1984).

3.3. **MODELOS CONCEITUAIS E DE SIMULAÇÃO**

Alfredo José Barreto Luiz
EMBRAPA-CNPMA

A produção agropecuária é um sistema onde um grande número de elementos se interrelacionam ao longo do tempo. É, por isso, uma atividade sujeita a incertezas, em grande parte dependente de variações climáticas e econômicas. A complexidade desse sistema é tal, que o uso das ferramentas tradicionais da pesquisa científica, cujo enfoque é estático, determinístico, analítico e direcionado a um pequeno número de variáveis, geralmente conduz a soluções extremamente restritas, válidas integralmente apenas para situações muito diferentes da realidade. Um enfoque mais sintético (em oposição ao analítico), mas que busque reproduzir a realidade através de sistemas físicos de produção, resulta numa ferramenta muito rígida perante à variabilidade natural dos sistemas agropecuários, além de apresentar um alto custo em relação à informação produzida e de gerar resultados só a longo prazo, por trabalhar na escala de tempo real. O estudo de sistemas complexos, como o da produção agropecuária, exige uma abordagem que considere a dinâmica do sistema real, complemente a fase analítica com uma fase sintética e permita trabalhar com um grande número de variáveis simultaneamente. Além disso, é desejável que se possa fazer previsões quantitativas, as mais próximas possíveis da realidade, em curto prazo e com menor custo. O uso do enfoque sistêmico e dos modelos de simulação permite atender a essas exigências. Como exemplo de modelo de simulação aplicado à produção agropecuária, foi feita uma breve demonstração do programa Decision Support System for Agrothechnology Transfer (DSSAT) versão 3.

Apresentação baseada em “**Enfoque de sistemas em la investigación ganadera**”. Curso internacional oferecido por: Facultad de Agronomía Universidad de Chile. INIA-IICA. Ed. Mario Silva G., Alberto Mansilla M.; Santiago, Chile, Noviembre, 1980.

4. ENFOQUE DE SISTEMA NAS DISCIPLINAS

4.1. FITOSSANIDADE

Erlei Melo Reis
UPF

A pesquisa conduzida no Brasil demonstrou que as doenças, em lavoura das grandes culturas, são mais severas em monocultura e plantio direto. As doenças mais importantes nessas condições são as manchas foliares, cancos, antracnoses, podridões da haste e do colo e as podridões radiculares.

Tem sido devidamente documentado, também, que a semente infectada introduz os agentes causais das doenças causadas por parasitas necrotróficos nas lavouras, sobretudo em cereais de inverno. Uma vez presentes na lavoura, aí sobrevivem na fase saprofítica, parasitando os restos culturais das plantas hospedeiras. Aí continuam nutrindo-se e produzindo inóculo até a decomposição dos restos culturais. Portanto, é por esta razão que sob monocultura e plantio direto aquelas doenças são mais severas. Nessa condição há um aumento da densidade de inóculo, safra após safra, de modo que a intensidade das doenças pode alcançar o limiar de dano econômico, ou seja, causar prejuízos à cultura.

A relação entre clima e intensidade de doenças não pode ser desprezada. As doenças são mais destrutivas sob condições climáticas favoráveis - períodos longos e freqüentes de molhamento dos órgãos suscetíveis e temperatura média, neste período, ótima ao desenvolvimento do patógeno.

A presença da palhada ou do resto cultural indica, também, a presença dos parasitas necrotróficos na lavoura. Por conseguinte, é importante determinar, para cada região edafoclimática, o período, em meses, necessários à mineralização do substrato (exaustão nutricional). Este tempo é o ponto de referência para saber quando uma cultura específica pode retornar a ser cultivada naquela mesma área da lavoura. São escassos os dados no Brasil, relativos ao tempo requerido à exaustão nutricional do substrato das espécies vegetais cultivadas.

Portanto, a pesquisa necessita identificar quais os patógenos das culturas regionais que aumentam de intensidade sob monocultura e plantio direto; quais os mecanismos e o período de sobrevivência dos patógenos sob as condições edafoclimáticas regionais; qual o período de decomposição dos restos culturais das espécies vegetais integrantes do sistema; quais os patógenos comuns àquelas culturas; quantificar os danos causados pelas principais doenças nas principais culturas e determinar o limiar de dano econômico para aqueles casos de controle químico.

Os experimentos de práticas culturais que envolvem a monocultura e rotação de culturas, métodos de manejo do solo e integração lavoura-pecuária devem ser devidamente avaliados quanto aos efeitos da interação destas práticas sobre doenças, pragas e plantas daninhas.

A sustentabilidade de um sistema depende da escolha das práticas agrícolas: a rotação de culturas e o plantio direto obrigatoriamente farão parte do sistema.

4.2. ÁGUA NO SOLO

Paulo Leonel Libardi
ESALQ/USP

O balanço de água pode ser estudado em várias escalas. Numa escala mundial, o mesmo trata da circulação da água entre a terra e a atmosfera, movido pela energia solar, onde 96% do total existente é representado pelos oceanos, 4% pela água do continente e 0,001% pela água da atmosfera.

Numa escala menor, como por exemplo de uma bacia hidrográfica, podemos detalhar um pouco mais os processos do balanço hidrológico. Assim, quando a água que alcança a superfície do terreno, a partir da precipitação, excede a capacidade de infiltração do solo, ocorre o deflúvio superficial pela ação da gravidade. Há uma parte da precipitação que não chega a atingir a superfície do solo, pois é interceptada pela vegetação e evaporada. Da porção que infiltra, parte permanece nos poros do solo, ficando

lá mantida por forças matriciais e, sendo absorvida pelas raízes das plantas, grande parte é transpirada. O que sobra percola mais profundamente, alcançando o lençol freático, abaixo do qual os poros são saturados, drenando água para os rios. Em partes mais altas do terreno pode haver camadas mais densas que acumulam água subterrânea elevada, a qual pode ser drenada para fora do solo através de veios de água e córregos intermitentes, drenagem essa que pode desaparecer completamente em períodos de seca.

Quando se deseja avaliar o balanço hídrico de uma cultura, devemos contabilizar as entradas e saídas de água num dado volume de solo, durante certo período de tempo. O volume de solo considerado dependerá da cultura em estudo, onde o limite superior desse volume é a superfície do solo e o limite inferior a profundidade efetiva do sistema radicular. Se a quantidade de água que entra num determinado volume de solo for maior do que a que sai num mesmo período, o saldo de água no solo será positivo; caso contrário, será negativo. Este saldo de água é obtido pela variação da armazenagem de água (Δh) do perfil do solo, durante o período considerado. A quantidade de água que entra pode constituir de precipitação (P) e/ou irrigação (I). Por sua vez, a água que sai pode consistir da drenagem interna (D), da evapotranspiração (ET) e do deflúvio superficial (R). Assim, levando-se em conta as entradas e saídas de água no solo, temos a seguinte equação geral:

$$\Delta h = P + I \pm D - ET \pm R \quad (1)$$

A equação (1) é a representação matemática do balanço hídrico de uma cultura, sendo seus termos expressos em uma altura de água (mm). Os termos dessa equação, na maioria dos casos, são medidos ou estimados, com exceção da evapotranspiração (ET), que é obtida por diferença. Dessa maneira, P é facilmente avaliado por meio de pluviômetros; I através do controle da irrigação, quando for o caso; Δh é calculado a partir de perfis de umidade; R é normalmente desprezível, embora possa ser avaliado, e D é estimado pela equação de Darcy- Buckingham.

O movimento da água do solo, sob condição isotérmica, pode ser quantificado pela seguinte equação:

$$q = -K(\theta) \cdot \nabla \phi \quad (2)$$

onde: q = densidade de fluxo;
 $K(\theta)$ = condutividade hidráulica; e
 $\nabla\phi$ = vetor gradiente de potencial.

Em situações de solo não saturado, onde se encontra a maioria dos estudos do balanço hídrico de uma cultura, o gradiente de potencial pode ser estimado por tensiômetros de mercúrio.

Com relação à condutividade hidráulica, de grande interesse para caracterização da dinâmica da água no solo, há diversos métodos sob condições de campo, como por exemplo o método de Libardi et al. (1980), que é um método simplificado que estima $K(\theta)$ a partir apenas de medidas de umidade num experimento de drenagem interna.

A umidade do solo pode ser medida adequadamente pelo método da moderação de nêutrons, o qual permite seu monitoramento ao longo do tempo, além de ser não destrutivo e de custo relativamente modesto. No entanto, para que os resultados sejam satisfatórios, o equipamento deverá ser calibrado em condições de campo.

Além da moderação de nêutrons, podem ser utilizados outros métodos para medir a umidade do solo, como: atenuação da radiação gama; tomografia computadorizada (TC), que apesar das limitações correntes deverá fornecer, com desenvolvimentos posteriores, uma importante ferramenta para estudos do solo e da planta, tendo ainda potencial para resolver as principais controvérsias com relação à física da absorção de água pelas raízes das plantas, e o Time Domain Reflectometry (TDR), que mede o tempo que uma onda de radar leva para atravessar um comprimento conhecido de solo. Contudo, aparelhos comerciais utilizando este método estão sendo manufaturados há pouco tempo e no nosso meio pouca informação se tem a respeito.

Outra questão importante em estudos da água no solo é a variabilidade espacial, uma vez que a estatística clássica (FISHER) não responde a perguntas como: Quando e onde amostrar? Que domínio de tamanho cada amostra representa? Como pode o tamanho da amostra influenciar o resultado? Qual a influência de amostras compostas e individuais?

Nesse sentido, a geoestatística é uma ferramenta que pode trazer importantes informações, sobretudo no que diz respeito à

dependência espacial entre as amostras. No entanto, as técnicas para identificar os problemas da física de solos melhor ajustadas à geoestatística estão ainda sendo desenvolvidas, de forma que o modo corrente de aplicação é freqüentemente exploratório.

Ao se estudar a dinâmica da água num sistema intensivo de produção agropecuária, torna-se relevante avaliar a lixiviação de nutrientes, o que pode ser feito com o extrator de solução do solo, equipamento relativamente simples, de baixo custo e baseado no princípio do tensiômetro de mercúrio.

Para finalizar, ressaltou que os desafios da pesquisa no século 21, de maior impacto prático, são:

1. manutenção da agricultura;
2. diminuição da poluição e
3. proteção dos ambientes (regional e global).

Além disso, a pesquisa, tanto básica como aplicada, deve ser dirigida para, pelo menos, três objetivos:

1. solução de problemas práticos relacionados às necessidades da sociedade;
2. adaptação de novas técnicas de medida e análise e
3. busca do conhecimento fundamental.

Concluindo, afirma que o conhecimento fundamental e a pesquisa básica são as fontes principais de solução dos problemas práticos e dos melhoramentos tecnológicos.

4.3. DINÂMICA DOS NUTRIENTES

João Carlos Moraes Sá
UEPG

Apresentou resultados de pesquisa demonstrando a importância do cultivo de leguminosas no inverno para o fornecimento de nitrogênio à cultura do milho, de forma a permitir redução da sua quantidade a ser aplicado nesta cultura. Contudo, ressaltou que em algumas situações, torna-se mais econômico a

aplicação de N na cultura de aveia preta, em função dos seguintes fatores:

- a) o custo de aquisição de sementes de leguminosas é cerca de cinco vezes maior em relação às sementes de aveia-preta, sendo que se necessita ainda de 40 a 90 kg/ha de sementes de ervilhaca e tremoço, respectivamente, ao passo que para aveia-preta a necessidade é de 60 kg/ha;
- b) para a formação de uma cobertura uniforme, a aveia-preta pode ser semeada a lanço, enquanto as leguminosas necessitam de uma semeadora, o que resulta em menor rendimento e custo mais alto para as leguminosas e necessidade de máquinas disponíveis para o período;
- c) para bom desenvolvimento das leguminosas, é necessário que a semeadura seja realizada em abril ou no máximo no início de maio. Para tanto, o planejamento com rotação de culturas, especificamente a cultura de soja, deve ser rigoroso, principalmente quanto à escolha de cultivares precoces;
- d) baixa qualidade de sementes de leguminosas, o que implica em reboleiras e redução no estande final, e resulta, entre outras coisas, em maior infestação de ervas daninhas;
- e) custo de controle de ervas (dessecação e na cultura do milho) é mais elevado em aproximadamente 15 a 20% na rotação com leguminosa-milho e
- f) aumento da incidência de algumas doenças na cultura de soja, tais como podridão de raízes e cancro da haste.

Resultados de pesquisa obtidos em diversos locais, em experimentos com adubação fosfatada, indicaram acúmulos de P até a camada de 10 cm nas áreas de plantio direto, sendo que este acúmulo foi maior na camada de até 2,5 cm, independente do tipo de solo e tempo de estabelecimento do PD. Ressaltou a importância da fração orgânica de P no solo na nutrição das plantas por este nutriente, de forma que o plantio direto, como sistema de manejo do solo, pode otimizar o uso do P, originado do desdobramento de formas orgânicas ou mesmo pela redução da ação dos mecanismos de retenção do P aplicado como fertilizante.

Verificou também pequena resposta à adubação fosfatada em solos com baixa disponibilidade do nutriente, quando se procedeu a extração pelo método Mehlich. O teor de P extraível pela resina mostrou elevado coeficiente de correlação linear com o P orgânico total e com diversos atributos da planta de milho, tais como os teores de P na folha índice, na massa seca e nos grãos; extração do nutriente na massa seca e pelos grãos e rendimento de grãos. Isto demonstrou a importância do método da resina na determinação da disponibilidade de P no solo, em áreas sob plantio direto.

4.4. MATÉRIA ORGÂNICA NO SOLO

Cimélio Bayer
CAV-UDESC

Comentou sobre a dinâmica da matéria orgânica (MO) em solos sob vegetação natural e solo cultivado. No primeiro caso, o conteúdo de MO é estável, uma vez que a variação no carbono orgânico total (COT) com o tempo é igual a zero. Já em solos cultivados, essa variação é diferente de zero, de forma que o conteúdo de MO é função do efeito de sistemas de manejo sobre as taxas de adição (A) e perda (K) da MO do solo.

Em um experimento com sistemas de manejo do solo e da cultura conduzido na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), esperava-se que a partir do quinto ano de plantio direto (PD) a disponibilidade de N no sistema fosse maior do que no plantio convencional (PC), o que não se verificou. Foi observado que a disponibilidade de N no solo é função da taxa de decomposição da MO no solo. No PD, há uma maior quantidade de N total, porém há menor taxa de decomposição, levando a um acúmulo no teor de MO. No PC, a maior taxa de decomposição de MO propicia maior disponibilidade de N, porém leva a uma redução no conteúdo de MO. No PD, a liberação de N é lenta e gradual, de forma que as perdas por lixiviação podem ser mínimas. O efeito do sistema de manejo do solo e da cultura sobre o COT reflete-se principalmente na camada superficial do solo (0-2,5 cm), de forma que uma amostragem realizada nos moldes de um sistema PC, de 0-20 cm,

pode mascarar o efeito do PD. Neste item, ressalta-se a importância do acompanhamento da dinâmica do N ao longo do tempo e não de forma pontual, em um único ano de avaliação, o que impossibilitaria de se concluir sobre o real efeito dos sistemas estudados.

4.5. EROSÃO NO SOLO

José Eloir Denardin
EMBRAPA-CNPT

Um agroecossistema, convencionalmente representado por um estabelecimento agropecuário, constitui, do ponto de vista termodinâmico, um sistema aberto, com fluxos de entrada e de saída de energia e de matéria, num permanente relacionamento com outros sistemas que o cercam. A sustentabilidade desse agroecossistema, fundamentada no atendimento das necessidades econômicas e sociais da sociedade, na segurança e na qualidade alimentar da humanidade e na preservação da qualidade dos recursos ar, água e solo, está na dependência da obtenção do equilíbrio dinâmico desses fluxos e dessas relações, mediante a manutenção da produção mínima de entropia. Portanto, partindo-se da premissa de que processos ordenativos diminuem e processos dissipativos elevam a produção de entropia, elementos descritores e indicadores de sustentabilidade de um agroecossistema podem ser expressos por coeficientes resultantes da avaliação do grau de entropia (organização ou reorganização) manifestado pelos processos envolvidos no sistema.

O plantio direto – focado como um sistema de exploração agropecuária que envolve diversificação de espécies, via rotação de culturas, mobilização de solo apenas na linha de semeadura e manutenção dos resíduos vegetais das culturas anteriores na superfície do solo – é um complexo de tecnologias de processo, de produto e de serviço que submete o sistema de produção agropecuária a um menor grau de perturbação ou de desordem, quando comparado a outras formas de manejo que empregam mobilização intensa de solo. Em consequência, esse conjunto de

tecnologias requer menor infra-estrutura de máquinas e equipamentos; demanda menor força de trabalho e de energia fóssil; minimiza a erosão; diminui a mineralização da matéria orgânica; aumenta os processos de flocculação e de agregação do solo; desenvolve a estrutura do solo; desacelera as taxas de ciclagem e reciclagem de nutrientes, entrando em harmonia com as taxas de crescimento das formas de vida presentes, e favorece o controle biológico de pragas, de doenças e de plantas daninhas. Portanto, o plantio direto, comparativamente a outras formas de manejo, potencializa a obtenção do equilíbrio dinâmico do sistema de produção agropecuária, tendendo à produção mínima de entropia; disciplina os fluxos de entrada e de saída do sistema, economizando energia, e conserva o potencial biológico do sistema, reservando-lhe maior capacidade de auto-reorganização. Ao refletir esse conceito, o plantio direto objetiva expressar o potencial genético das espécies cultivadas através da maximização do fator ambiente e do fator solo, sem, contudo, degradar os recursos naturais, atuando como um mecanismo de transformação, de reorganização e de sustentação da agricultura.

Contudo, em áreas submetidas ao plantio direto, o desenvolvimento e a estabilização estrutural do solo ao longo do perfil, com aumentos na concentração e no diâmetro de macroporos, resultantes da atividade biológica e da ausência de distúrbios provocados pelas operações de preparo de solo, aliados ao atual indispensável uso de agroquímicos, podem, ao incrementar o fluxo de água através do solo, mover, rapidamente, esses insumos da zona radicular das plantas para o lençol freático. Em curto prazo, não há expectativas para uma completa restrição ao uso de agroquímicos nos sistemas de produção agropecuária, mesmo sob plantio direto, como forma de solucionar os problemas de contaminações de enxurradas e de águas de percolação profunda no solo.

Assim, esse projeto de pesquisa e de desenvolvimento de sistemas sustentáveis de produção agropecuária demanda o monitoramento da evolução estrutural do solo (argila dispersa, agregação, porosidade, densidade do solo e densidade de partículas) e suas relações com a dinâmica da água no solo (velocidade de infiltração, permeabilidade e retenção de água) e com os fluxos hídricos de saída do sistema (enxurrada e

percolação), bem como com as condições de superfície de solo que interferem nesses processos (qualidade, quantidade e taxa de decomposição de coberturas de solo). Esse monitoramento, aplicado sobre os diferentes sistemas de produção agropecuária planejados para teste e sobre o ecossistema representativo da região de abrangência do projeto, potencializa a geração de coeficientes de relevante importância como elementos descritores e indicadores de sustentabilidade. Essa hipótese está embasada no fato de que taxas aceleradas de decomposição de resíduos culturais, com liberação de CO₂ para a atmosfera e de nutrientes para a solução do solo, e perdas de solo, de água, de nutrientes e de agroquímicos por erosão, bem como lixiviação de nutrientes e de agroquímicos, podem impor riscos à segurança da produção permanente de alimentos e produzir impactos negativos no ambiente, conduzindo o sistema de produção agropecuária à insustentabilidade. As técnicas para a determinação desses fatores, possivelmente, requerem adaptações ou mesmo o desenvolvimento de novos métodos, dada a variabilidade espacial com que as transformações estruturais se processam, tanto no perfil como na superfície do solo. Portanto, a técnica do “perfil cultural”, associada ao monitoramento do perfil de solo diretamente em campo e à amostragem do solo em blocos maiores do que aquela tradicionalmente realizada com anéis de Uhland, bem como o emprego de chuvas simuladas são métodos potenciais para atender às demandas envolvidas em um projeto dessa natureza.

4.6. ADUBAÇÃO EM PASTAGEM

Manoel Macedo
EMBRAPA-CNPQC

Apresentou uma visão panorâmica da pecuária de corte na Região Central do Brasil, destacando o problema da degradação das pastagens e os baixos índices de produtividade obtidos atualmente. Posteriormente, comentou sobre os resultados obtidos em experimentos conduzidos no Centro Nacional de Pesquisa de

Gado de Corte (CNPGC), onde através da integração de lavouras, principalmente soja, é viável a recuperação das pastagens. Também foram demonstrados os potenciais possíveis de serem atingidos na produção de carne na região.

4.7. AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO

Geraldo Augusto de Melo Filho
Alceu Richetti
EMBRAPA-CPAO

Para a análise econômica de um sistema de produção freqüentemente são utilizados os métodos conhecidos como margem bruta (receita total - custo operacional), margem líquida (receita total - custo total) e rentabilidade (relação entre receita bruta e custo operacional).

Quando se pretende realizar comparações entre os sistemas de produção, além desses já mencionados, são bastante utilizados outros métodos mais elaborados, como o "Pay Back", o Valor Presente Líquido - VPL e a Taxa Interna de Retorno - TIR.

"PAY BACK": é o prazo necessário para que as entradas anuais líquidas de caixa, descontado todo o pagamento de impostos, seja igual ao valor do investimento líquido.

$$\text{Pay Back} = \frac{\text{Investimento líquido}}{\text{Entradas líquidas de caixa}}$$

O melhor "projeto" é aquele que tem o retorno no investimento em menor tempo.

VALOR PRESENTE LÍQUIDO: consiste na comparação do valor atual das entradas de caixa com o investimento líquido.

$$VPL = \sum_{t=j}^n \frac{Bt}{(1+i)^t} - \sum \frac{Ct}{(1+i)^t}$$

- Bt = benefício econômico;
 Ct = despesas no ano t;
 t = número de anos;
 n = ano final do fluxo;
 j = ano inicial do fluxo de benefícios e
 i = taxa de juros anual real

**O melhor “projeto” é aquele que tem o maior VPL
 (VPL ≥ 0)**

TAXA INTERNA DE RETORNO: é a taxa de desconto que leva o valor atual das entradas de caixa a se igualar ao investimento inicial.

$$TIR = \sum_{t=j}^n \frac{Bt - Ct}{(1+i)^t}$$

- Bt - Ct = benefícios econômicos líquidos;
 t = vida útil do investimento ou período de avaliação;
 j = ano inicial do fluxo;
 n = ano final do fluxo e
 r = taxa interna de retorno

**O melhor “projeto” é o que apresenta maior TIR
 (TIR ≥ custo do capital ou de oportunidade)**

Podem ser realizados dois tipos de avaliação: a) avaliação privada: os benefícios e custos das alternativas são estimados a preços de mercado, sendo utilizados os métodos de avaliação conhecidos ("Pay Back", VPL, TIR, etc) e b) avaliação social: seleciona projetos segundo critérios de eficiência social. Como certos preços de mercado não refletem perfeitamente os benefícios e custos incorridos pela sociedade como um todo, torna-se necessária a estimativa do preço social de fatores, bens e serviços. Ao se avaliar um projeto pode-se "corrigir" os preços de mercado e atribuir preços sociais a ganhos e prejuízos a serem gerados pelo projeto, levando-se em conta a ocorrência de externalidades. São exemplos de externalidades: custo de mão-de-obra ociosa, taxa de câmbio controlada, efeitos adversos sobre a flora, a fauna ou o solo, entre outros.

Os métodos mais utilizados são aqueles propostos por Dasgupta, Sen e Marglin (Enfoque Unido); Little e Mirrlees (Enfoque Banco Mundial ou da OCDE) e Harberger (Enfoque Universidade de Chicago).

4.8. INTEGRAÇÃO AGROPECUÁRIA

Armindo Neivo Kichel
EMBRAPA-CNPQC

Apresentou resultados obtidos em experimentos e em fazendas da região com o uso de lavouras para recuperação de pastagens degradadas, apontando o uso da soja como alternativa viável para cobrir os custos de calagem e correção da fertilidade, e apresentar resultado econômico positivo. Apresentou sistemas alternativos para terminação de animais com o uso de pastagens de aveia e milho, formação de pastagens em semeadura simultânea com milho e a rotação de pastagem com lavoura de soja no Sistema Plantio Direto.

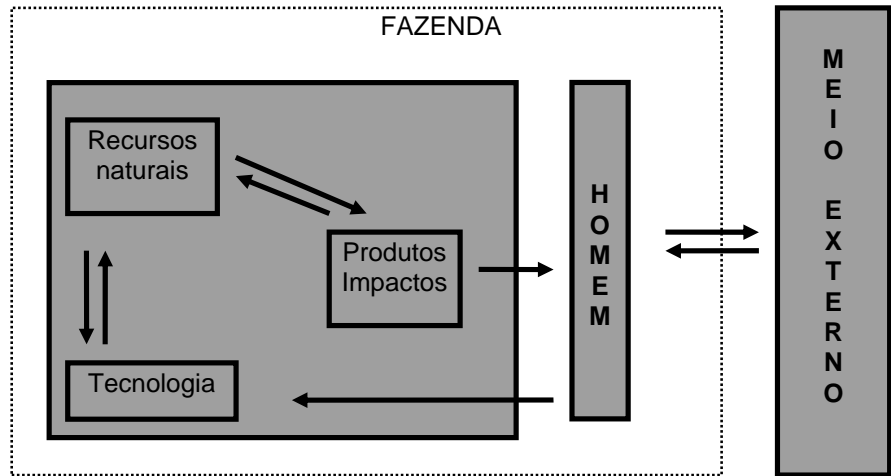
5. TRABALHOS EM GRUPO

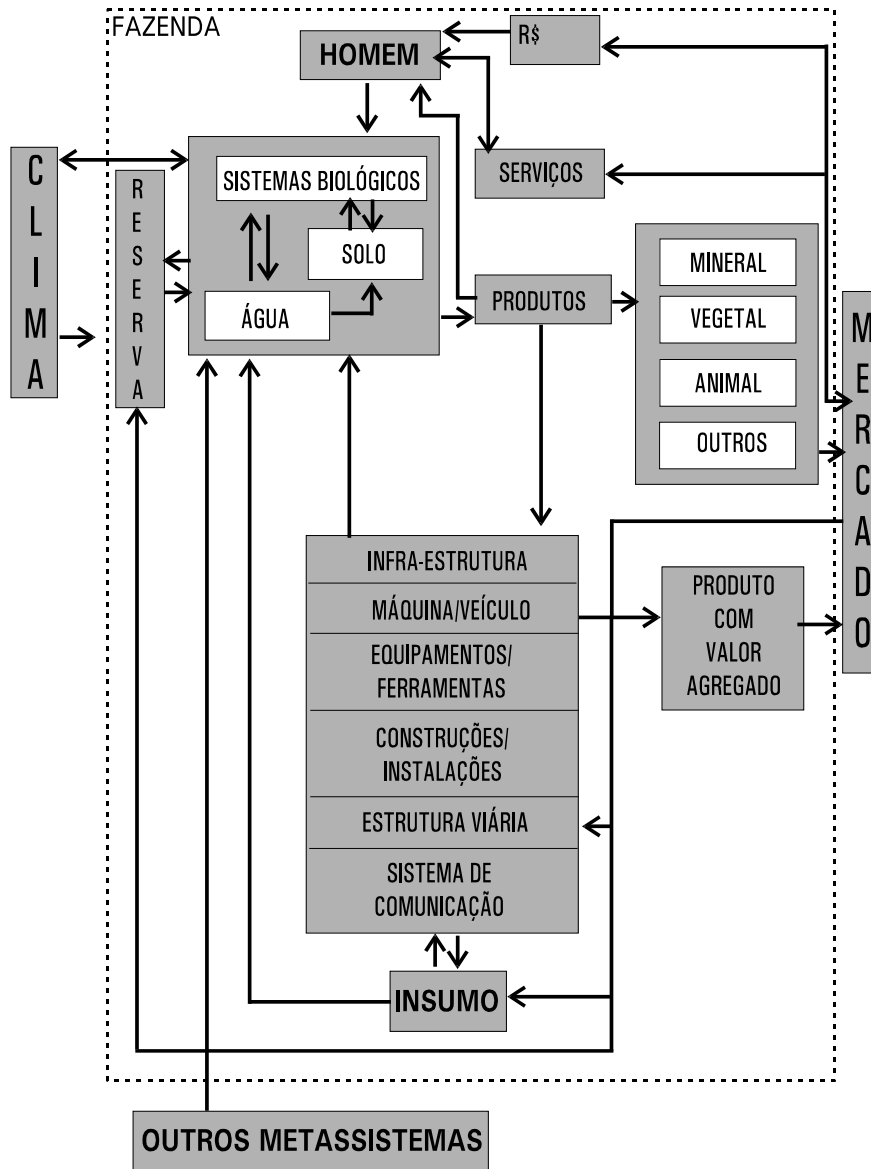
Visando gerar um número elevado de idéias num pequeno período de tempo, adotou-se a técnica do “Brain-writing”. Nesta, grupos de seis ou sete pessoas são organizados, de forma que os seus componentes produzam idéias sobre o mesmo tema de forma individual, sem interação entre si. Considerou-se como preparação dos componentes dos grupos a fase inicial do Workshop, onde aspectos do tema foram abordados mais detalhadamente. Na primeira etapa do trabalho em grupo, o objetivo foi gerar o maior número possível de idéias sobre componentes de um modelo conceitual de agroecossistemas, escrevendo-as. Na segunda etapa, os componentes passaram a atuar de forma interativa, visando organizar o desenho do modelo conceitual, a ser proposto pelo grupo. Neste sentido, os trabalhos em grupos tiveram os seguintes passos:

1. formaram-se quatro grupos, procurando mesclar pessoas de formação e especialização diferenciadas, num total de seis componentes por grupo;
2. todos os grupos tinham os mesmos objetivos, quais sejam: a) usando a técnica “Brain-writing”, relacionar o maior número possível de componentes de um modelo conceitual de agroecossistema, hierarquizando as idéias, e b) usando a forma interativa de trabalho em grupo, elaborar desenho esquemático de modelo conceitual de agroecossistema;
3. foi gerado um grande número de idéias relativas aos componentes de um modelo conceitual, as quais foram então organizadas;
4. cada grupo de trabalho, a partir das idéias geradas na fase anterior, passou a atuar de forma interativa, visando produzir a sua proposta de modelo conceitual, e
5. posteriormente, em reunião plenária, foram conhecidos e discutidos os resultados oriundos de cada um dos grupos, no que respeita ao modelo conceitual.

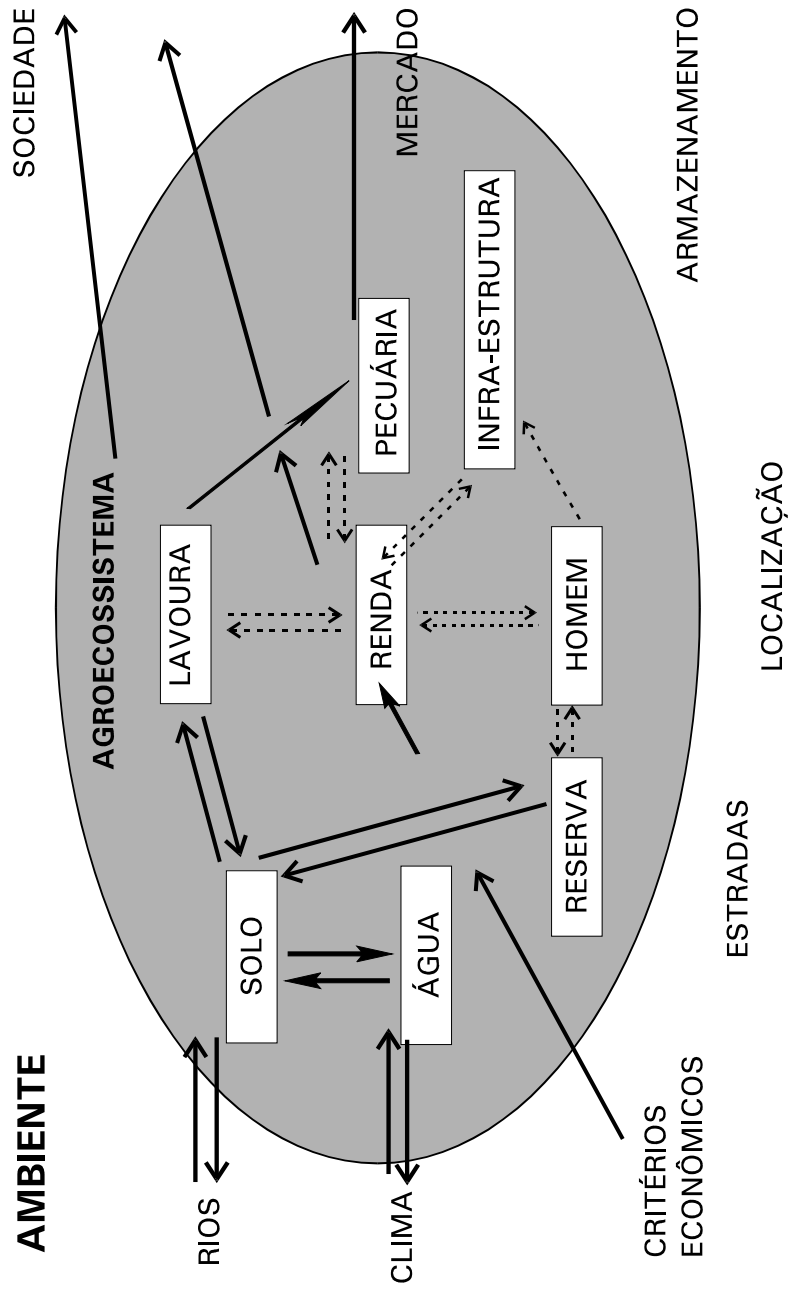
O modelos apresentados pelos grupos de trabalho foram:

Grupo 1



Grupo 2

Grupo 4



Verifica-se que todos os grupos, de certa forma, apresentaram sugestões bastante razoáveis para representar agroecossistemas. Em alguns casos observa-se que se buscou, mesmo num tempo exíguo, um grau de detalhamento maior. Em outros, usou-se a visão mais globalizada, com escala macro, o que tornou o modelo simplificado. Em suma, todas as formas são capazes de mostrar as grandes relações nos agroecossistemas, possíveis de ser encontradas num período muito curto de trabalho. Este material permitirá que os organizadores do Workshop (Equipe do Projeto) possam elaborar uma proposta de modelo conceitual de sistema de produção (versão preliminar).

CONCLUSÕES

1. Foi entendimento do grupo que o projeto deve focar o agroecossistema como um todo, não individualizando sistemas.
2. Para a execução de determinados tipos de estudos e avaliações, é necessária a existência de um modelo físico, mesmo que reduzido, de um agroecossistema que contemple os sistemas de produção propostos pelo projeto. Várias metodologias com enfoque sistêmico foram apresentadas e discutidas.
3. O projeto deverá proceder a identificação de algumas fazendas que representem as diferentes condições edafoclimáticas da região e posteriormente o acompanhamento destas, visando obtenção de elementos para a formulação e validação de modelos de simulação.
4. As propostas apresentadas de modelos conceituais para agroecossistemas deverão contribuir para que a equipe do projeto formule e adote um modelo conceitual de agroecossistema da Região Oeste.
5. A participação de pesquisadores de diferentes instituições e especializações, discutindo o projeto, constituiu-se em uma experiência extremamente válida, gerando grande

quantidade de valiosas informações. Isso reforça a convicção da necessidade de serem desenvolvidas pesquisas interdisciplinares e com visão sistêmica, para podermos avançar na busca da agricultura sustentável.

6. RELAÇÃO DOS PARTICIPANTES

Ademir Moraes

UFMS
Caixa Postal 533
Fone: (067) 422-3888
79804-970 - Dourados, MS

Alceu Richetti

EMBRAPA-CPAO
Caixa Postal 661
Fone: (067) 422-5122
79804-970 - Dourados, MS

Alfredo José Barreto Luiz

EMBRAPA-CNPMA
Caixa Postal 69
Fone: (019) 867-5633
13820-000 - Jaguariúna, SP

Amoacy Carvalho Fabricio

EMBRAPA-CPAO
Caixa Postal 661
Fone: (067) 422-5122
79804-970 - Dourados, MS

Antonio Carlos Tadeu Vitorino

UFMS
Caixa Postal 533
Fone: (067) 422-3888
79804-970 - Dourados, MS

Ari Fialho Ardenghi

EMPAER-MS
Caixa Postal 472
Fone: (067) 765-3555
79002-070 - Campo Grande, MS

Armindo Neivo Kichel

EMBRAPA-CNPGC

Caixa Postal 154

Fone: (067) 763-1030
79002-970 - Campo Grande, MS

Augusto César Pereira Goulart

EMBRAPA-CPAO
Caixa Postal 661
Fone: (067) 422-5122
79804-970 - Dourados, MS

Avílio A. Franco

EMBRAPA-CNPAB
Caixa Postal 74505
Fone: (021) 682-1500
23851-970 - Seropédica, RJ

Camilo Placido Vieira

EMBRAPA-CPAO
Caixa Postal 661
Fone: (067) 422-5122
79804-970 - Dourados, MS

Carlos Hissao Kurihara

EMBRAPA-CPAO
Caixa Postal 661
Fone: (067) 422-5122
79804-970 - Dourados, MS

Carlos Medeiros

FA-UPF
Caixa Postal 569
Fone: (054) 311-1400
99001-970 - Passo Fundo, RS

Carlos Pitol

Fundação MS
Caixa Postal 105
Fone: (067) 454-2631

79150-000 - Maracaju, MS

Cimélio Bayer

CAV-UDESC
Av. Luís de Camões
Fone: (049) 225-2866
88500-000 - Lages, SC

Dirceu Luís Broch

Fundação MS
Caixa Postal 105
Fone: (067) 454-2631
79150-000 - Maracaju, MS

Erlei Melo Reis

FA-UPF
Caixa Postal 569
Fone: (054) 311-1400
99001-970 - Passo Fundo, RS

Euclides Fedatto

FA-UFMS
Caixa Postal 533
Fone: (067) 422-3888
79804-970 - Dourados, MS

Fernando A. Fernandes

EMBRAPA-CPAP
Caixa Postal 109
Fone: (067) 231-1430
79320-900 - Corumbá, MS

Fernando de Assis Paiva

EMBRAPA-CPAO
Caixa Postal 661
Fone: (067) 422-5122
79804-970 - Dourados, MS

Geraldo Augusto de Melo Filho

EMBRAPA-CPAO
Caixa Postal 661
Fone: (067) 422-5122
79804-970 - Dourados, MS

Guilherme Lafourcade Asmus

EMBRAPA-CPAO
Caixa Postal 661
Fone: (067) 422-5122
79804-970 - Dourados, MS

João Carlos Heckler

EMBRAPA-CPAO
Caixa Postal 661
Fone: (067) 422-5122
79804-970 - Dourados, MS

João Carlos Moraes Sá

FA-UEPG
Caixa Postal 992
Fone: (042) 225-2121
84000-970 - Ponta Grossa, PR

José Eloir Denardin

EMBRAPA-CNPT
Caixa Postal 569
Fone: (054) 311-3617
99001-970 - Passo Fundo, RS

José Mauro Kruker

EMBRAPA-CPAO
Caixa Postal 661
Fone: (067) 422-5122
79804-970 - Dourados, MS

José Ubirajara Garcia Fontoura

EMBRAPA-CPAO
Caixa Postal 661
Fone: (067) 422-5122

79804-970 - Dourados, MS

Júlio César Salton
EMBRAPA-CPAO
Caixa Postal 661
Fone: (067) 422-5122
79804-970 - Dourados, MS

Laércio Nunes e Nunes
EMBRAPA-CPACT
Caixa Postal 403
Fone: (053) 221-2122
96001-970 - Pelotas, RS

Luís Carlos F. Souza
UFMS
Caixa Postal 533
Fone: (067) 422-3888
79804-970 - Dourados, MS

Luís Carlos Hernani
EMBRAPA-CPAO
Caixa Postal 661
Fone: (067) 422-5122
79804-970 - Dourados, MS

Luiz Renato D'Agostini
CCA/UFSC
Caixa Postal 476
Fone: (048) 233-0298
88040-900 - Florianópolis, SC

Manoel Macedo
EMBRAPA-CNPGC
Caixa Postal 154
Fone: (067) 763-1030
79002-970 - Campo Grande, MS

Marcos Antonio Vieira Ligo

EMBRAPA-CNPMA
Caixa Postal 69
Fone: (019) 867-1030
13820-000 - Jaguariúna, SP

Maria Conceição Young Pessoa
EMBRAPA-CNPMA
Caixa Postal 69
Fone: (019) 867-5633
13820-000 - Jaguariúna, SP

Maria do Rosário Oliveira Teixeira
EMBRAPA-CPAO
Caixa Postal 661
Fone: (067) 422-5122
79804-970 - Dourados, MS

Maria Helena Pereira Vieira
UFMS
Caixa Postal 533
Fone: (067) 421-4762
79804-970 - Dourados, MS

Mário Artemio Urchei
EMBRAPA-CPAO
Caixa Postal 661
Fone: (067) 422-5122
79804-970 - Dourados, MS

Orfeo A. D. Affin
EMBRAPA-CPAC
Caixa Postal 700023
Fone: (061) 344-1423
73301-970 - Planaltina, DF

Otávio Antonio de Camargo
IAC
Caixa Postal 28
Fone: (019) 231-4943

13001-970 - Campinas, SP

Patrícia F. P. Goulart Vitorino
UFMS

Caixa Postal 533

Fone: (067) 422-3838

79804-970 - Dourados, MS

Paulino José Melo Andrade

EMBRAPA-CPAO

Caixa Postal 661

Fone: (067) 422-5122

79804-970 - Dourados, MS

Paulo Leonel Libardi

ESALQ/USP

Caixa Postal 9

plibard@mandi.esalq.usp.br

13418-900 - Piracicaba, SP

Shizuo Maeda

EMBRAPA-CPAO

Caixa Postal 661

Fone: (067) 422-5122

79804-970 - Dourados, MS

Zenir Nery Gonçalves

UFMS

Caixa Postal 533

Fone: (067) 421-7296

79804-970 - Dourados, MS



Embrapa

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste
Ministério da Agricultura e do Abastecimento
Rod. Dourados-Caarapó km 5 79804-970 Dourados MS
Telefone (067) 422-5122 Fax (067) 421-0811*