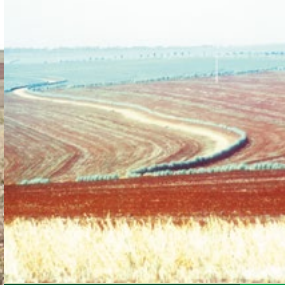


SISTEMA PLANTIO DIRETO



SISTEMA FAEP



SENAR - ADMINISTRAÇÃO REGIONAL DO ESTADO DO PARANÁ

CONSELHO ADMINISTRATIVO

Presidente: Ágide Meneguette

Membros Titulares

Rosanne Curi Zarattini

Nelson Costa

Darci Piana

Alexandre Leal dos Santos

Membros Suplentes

Livaldo Gemin

Robson Mafioletti

Ari Faria Bittencourt

Ivone Francisca de Souza

CONSELHO FISCAL

Membros Titulares

Sebastião Olímpio Santaroza

Paulo José Buso Júnior

Carlos Alberto Gabiatto

Membros Suplentes

Ana Thereza da Costa Ribeiro

Aristeu Sakamoto

Aparecido Callegari

Superintendente

Pedro Carlos Carmona Gallego



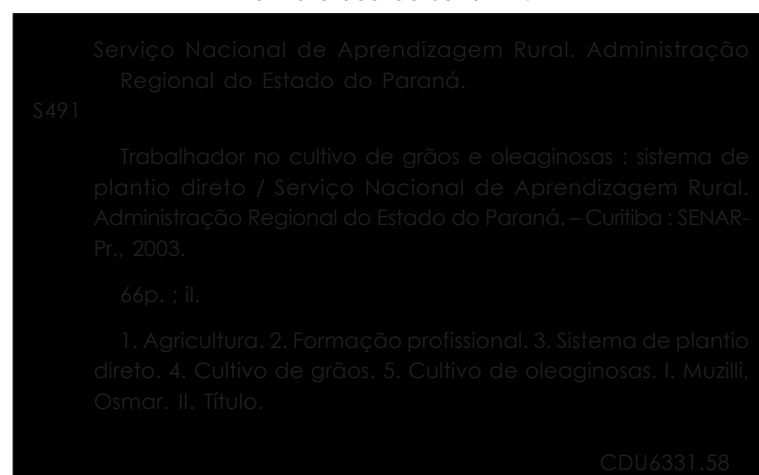
SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL
ADMINISTRAÇÃO REGIONAL DO ESTADO DO PARANÁ

TRABALHADOR NO CULTIVO
DE GRÃOS E OLEAGINOSAS
SISTEMA PLANTIO DIRETO

CURITIBA
2003

Depósito legal junto à CENAGRI, conforme Portaria Interministerial n.º 164, datada de 22 julho 1994.

Catálogo no Centro de Documentação, Informações Técnicas e Biblioteca do Senar-PR.



DIREITOS DE EDIÇÃO E DISTRIBUIÇÃO EXCLUSIVOS DO SENAR-PR.

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma, do conteúdo desta publicação, é expressamente proibida. Lei n.º 8636, art. 184 de 16 de março de 1993.

APRESENTAÇÃO

O Sistema FAEP é composto pela Federação da Agricultura do Estado do Paraná (FAEP), o Serviço Nacional de Aprendizagem Rural do Paraná (SENAR-PR) e os sindicatos rurais.

O campo de atuação da FAEP é na defesa e representação dos milhares de produtores rurais do Paraná. A entidade busca soluções para as questões relacionadas aos interesses econômicos, sociais e ambientais dos agricultores e pecuaristas paranaenses. Além disso, a FAEP é responsável pela orientação dos sindicatos rurais e representação do setor no âmbito estadual.

O SENAR-PR promove a oferta contínua da qualificação dos produtores rurais nas mais diversas atividades ligadas ao setor rural. Todos os treinamentos de Formação Profissional Rural (FSR) e Promoção Social (PS), nas modalidades presencial e online, são gratuitos e com certificado.

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| APRESENTAÇÃO | 3 |
| SUMÁRIO | 5 |
| INTRODUÇÃO | 7 |
| O QUE É PLANTIO DIRETO? | 9 |
| COMO INICIAR O SISTEMA PLANTIO DIRETO? | 11 |
| IMPORTÂNCIA DA COBERTURA VEGETAL DO SOLO | 35 |
| IMPORTÂNCIA DA ROTAÇÃO DE CULTURAS | 46 |
| COMO RACIONALIZAR O USO DE ADUBOS QUÍMICOS? | 55 |
| COMO O PLANTIO DIRETO AJUDA NO CONTROLE FITOSSANITÁRIO? | 59 |
| VANTAGENS DA ADOÇÃO DO SISTEMA PLANTIO DIRETO | 61 |
| LITERATURA CITADA | 64 |

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento sustentável da agricultura implica não apenas na busca da prosperidade econômica, mas também no incremento da qualidade do meio ambiente e na melhoria da qualidade de vida para a geração presente e as futuras.

Ao promover a melhoria de qualidade do meio ambiente, o homem poderá reproduzir a pirâmide do capital econômico, na medida que os processos de geração de riquezas sejam menos dependentes e menos degradantes dos recursos naturais usados na agricultura – em particular, o solo, a água e o ar. O aumento da geração de riquezas via agricultura, sem comprometimento da qualidade desses recursos, certamente resultará em melhoria de qualidade de vida para as pessoas.

Cabe ao homem, mediante a aprendizagem contínua, identificar, definir e quantificar técnicas agrícolas capazes de proporcionar um adequado equilíbrio dinâmico para obter o melhor rendimento dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis em cada ecossistema.

Nas regiões tropicais e subtropicais, a adoção do plantio direto em substituição à prática da agricultura em “terra nua” tem se consolidado como um investimento na preservação dos recursos naturais e socioeconômicos, que amplia a sustentabilidade do agronegócio.

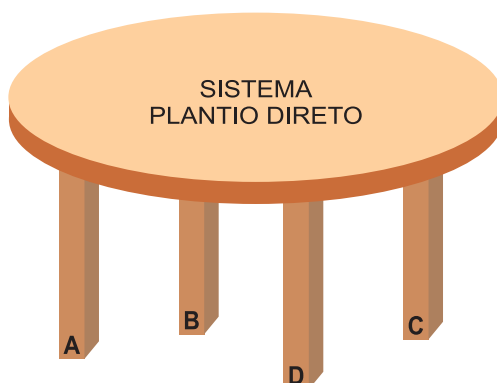
A presente abordagem tem a finalidade de destacar alguns princípios e procedimentos tecnológicos necessários para a implantação e sustentação do plantio direto nas condições ambientais e socioeconômicas prevaletentes em diferentes agroecossistemas tropicais e subtropicais brasileiros, com ênfase aos avanços conseguidos no Estado do Paraná.

O plantio direto é o sistema de produção agrícola que mais se harmoniza com a Natureza, sem comprometer a rentabilidade do agronegócio.

O QUE É PLANTIO DIRETO?

O plantio direto deve ser entendido como um sistema de produção, porque envolve um conjunto de práticas agrícolas relacionadas e dependentes umas das outras, tais como: o não revolvimento do solo, a rotação de culturas, o uso de plantas de cobertura (adubos verdes), o manejo integrado de pragas, doenças e plantas invasoras e até mesmo a integração lavoura-pecuária.

PILARES DE SUSTENTAÇÃO DO SISTEMA PLANTIO DIRETO



A = Não-revolvimento do solo

B = Diversificação de culturas (*rotação, adubos verdes, lavoura-pecuária*)

C = Cobertura vegetal permanente (*viva ou morta*)

D = Manejo integrado (*pragas, doenças, plantas invasoras*)

(Ilustração produzida por Muzilli, 1999)

O **Sistema Plantio Direto (SPD)** implica a interação de práticas biológico-culturais com práticas mecânico-químicas, pressupondo os seguintes requisitos básicos:

- **Condicionamento e adequação prévia do terreno**, quando necessário, para superar possíveis problemas de natureza física (compactação do solo, escorrimento de enxurradas etc.) ou químicas (correção da acidez, adequação da fertilidade etc.), antecedendo a implantação do sistema.
- **Revolvimento mínimo do solo** apenas nos sulcos ou covas de semeadura.
- **Uso diversificado da terra pela rotação de culturas comerciais com plantas de cobertura (adubos verdes) ou pela integração lavoura-pecuária**, para formar e manter a cobertura vegetal (viva ou morta) sobre a superfície, isto é, sem a sua destruição pela queima ou pela incorporação ao solo, além de promover a reciclagem de nutrientes ao longo do perfil cultural do solo.
- Adoção de **métodos integrados para controle de plantas invasoras, pragas e doenças**, onde o efeito supressivo provocado pelos restos vegetais mantidos em superfície e pela diversificação de culturas irá complementar ou, até mesmo, substituir processos de controle químico (Muzilli, 1981, 1991).

COMO INICIAR O SISTEMA PLANTIO DIRETO?

REQUISITOS ADMINISTRATIVOS E ORGANIZACIONAIS

O requisito principal para a implantação do SPD é a **conscientização do agricultor** quanto à importância e necessidade de sua adoção, uma vez que, no início, algumas dificuldades materiais ou técnicas terão que ser superadas.



ATENÇÃO

Caso o agricultor não esteja devidamente conscientizado e capacitado, a implantação inicial do SPD em grandes áreas poderá gerar frustrações, levando ao abandono do sistema em decorrência do imediatismo na busca de soluções.

A prática do SPD deve ser iniciada em pequenas áreas da propriedade (entre 5 até 50ha), para que o agricultor se adapte gradativamente à nova forma de administrar suas atividades.

Uma vez familiarizado com o SPD, será fundamental que o agricultor passe a **considerar a propriedade agrícola como um todo** perante a realidade socioeconômica vigente na região, ao invés de pautar-se na visão imediatista dirigida a uma cultura de forma isolada ou a uma

tecnologia de forma estanque. Para tanto, necessitará de **capacitação técnica e gerencial para o adequado planejamento da propriedade**. A adoção e a expansão do SPD deverão ocorrer ao longo do tempo e mediante o entendimento das suas exigências e limitações.

Para iniciar o SPD deverão ser escolhidas as melhores áreas da propriedade – aquelas de topografia mais plana, com adequadas condições físicas e químicas ao longo do perfil cultural do solo e com pouca incidência de plantas invasoras.

Presença constante do agricultor, realizando o acompanhamento com **visitas diárias ao campo**, é também fator de sucesso para a consolidação do SPD.

Outro aspecto fundamental refere-se à disponibilidade de **assistência técnica treinada e especializada**. A capacitação contínua de agricultores e dos agentes de assistência técnica que com eles interagem - por meio de cursos práticos, excursões técnicas e treinamentos em regiões onde o SPD já é uma prática rotineira - seguida da adoção gradual na propriedade permite-lhes adquirir maior familiaridade com o sistema de produção, antes de praticá-lo em áreas maiores.

Um fator que muito tem contribuído para o êxito do SPD no Brasil tem sido a **organização comunitária pela filiação em associações ou clubes de plantio direto** (como

é o caso dos **CATs - Clubes de Amigos da Terra**), para facilitar o acesso às informações e a troca de experiências entre os técnicos e os agricultores.

ESCOLHA CORRETA DO MAQUINÁRIO

As semeadoras para plantio direto devem apresentar características especiais para atender às necessidades de um bom plantio sobre diferentes quantidades e tipos de palhada, em solos com diferentes tipos de textura.

Os elementos rompedores do solo são considerados os componentes ativos mais importantes de uma semeadora para plantio direto. Em seu conjunto, eles deverão proporcionar a semeadura sobre uma camada de palha, cortando essa palhada e depositando as sementes e fertilizantes na profundidade e na quantidade certas, em diferentes situações de solo e cobertura.

Uma boa semeadora para plantio direto deve atender aos seguintes requisitos básicos (Copetti, 2000):

- Apresentar a capacidade de cortar diferentes tipos e quantidades de resíduos vegetais mantidos sobre a superfície do solo.
- Abrir sulcos estreitos e com profundidade suficiente para receber as sementes e os adubos.
- Cobrir e compactar levemente os sulcos, sem causar excessiva remoção da palhada, proporcionando

condições ideais para o contato das sementes com o solo e assegurando a sua germinação.

- Possuir componentes com boa qualidade em termos de durabilidade, estrutura e resistência.
- Apresentar versatilidade e facilidade operacional.
- Dispor de assistência técnica especializada.

Dependendo do modelo de semeadora, os elementos responsáveis pelo corte dos resíduos vegetais, pela abertura dos sulcos de deposição das sementes e adubos e cobertura e compactação dos sulcos são os seguintes:

- **Discos de corte**, cuja principal função é cortar a palhada e abrir o mínimo espaço possível para a penetração dos elementos subsequentes, que depositarão a semente e o adubo.
- **Facões ou hastes sulcadoras** para, no caso de solos argilosos, romper camadas adensadas nas linhas de semeadura e depositar os fertilizantes em profundidades maiores que as sementes. Também poderão ser adaptados **facões de efeito guilhotina**, combinados com discos de corte liso para cortar a palhada, que possuem uma ponteira em ângulo adequado para conferir maior poder de penetração, sem produzir o chamado "espelhamento" dos sulcos. O emprego de hastes sulcadoras poderá ser dispensado, à medida que a penetração mecânica

dos discos duplos seja facilitada pelo aumento da matéria orgânica na camada superior do solo.

- **Discos duplos defasados**, compostos por dois discos planos de tamanhos diferentes e com centros coincidentes, para a abertura dos sulcos com profundidades adequadas para a deposição das sementes e/ou dos fertilizantes, de preferência evitando o contato entre si.
- **Rodas compactadoras** para fechamento dos sulcos de semeadura, de tal forma que sejam eliminados possíveis “bolsões” de ar existentes, proporcionando o mais íntimo contato das sementes com o solo.

O fundamental é que esse conjunto de componentes ativos desempenhe seu trabalho sem causar excessivo revolvimento da palha e do solo nas linhas de semeadura. A ocorrência desses problemas poderá aumentar os riscos de ressecamento do solo e da incidência de ervas daninhas nas linhas de semeadura.

Para as pequenas propriedades, o mercado nacional oferece semeadoras-adubadoras para uso com tração animal, microtratores ou tratores de baixa potência, dispondo dos mesmos componentes ativos das semeadoras maiores, para efetuar as operações de corte da palhada, semeadura e adubação e cobertura dos sulcos.

Também é possível realizar-se o **plantio direto por meio de semeadoras manuais (tipo “matraca”)**, que simultaneamente semeiam e aplicam os adubos em covas. Essa tem sido uma boa opção para a realização do plantio direto em pequenas propriedades localizadas em terras rasas e declivosas.

Modalidades de plantio direto no Paraná



(Fotos cedidas por Ruy Casão Jr., 1999)

Além das semeadoras especializadas, outros equipamentos como **distribuidores de calcário, pulverizadores, adubadoras para incorporação de uréia e rolos-faca são fundamentais para a realização do plantio direto** em pequenas, médias ou grandes propriedades.

Para cada situação, será fundamental que os técnicos assessorem os agricultores na tomada de decisão acerca do conjunto de equipamentos que melhor se aplica às suas condições de trabalho e aos recursos financeiros disponíveis.

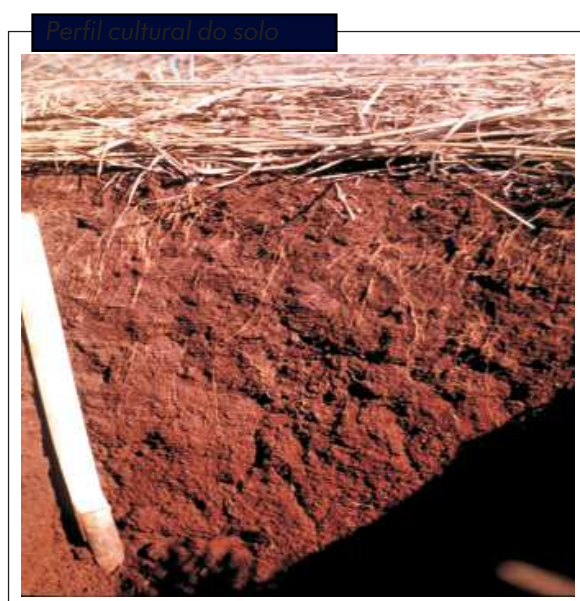
SISTEMATIZAÇÃO DO TERRENO

Avaliando a qualidade do perfil cultural do solo

O perfil cultural do solo refere-se ao volume que pode ser explorado pelas raízes das plantas, constituído por uma sucessão de camadas individualizadas pela ação dos processos de uso e manejo a que são submetidos pelo homem, pela própria penetração e distribuição das raízes e pelos fatores inerentes ao próprio solo quando sujeito aos fenômenos naturais (Gautronneu & Manichon, 1987).

Um diagnóstico rápido do perfil cultural do solo permite caracterizar, de forma prática, atributos físicos, químicos e organo-biológicos capazes de interferir no desenvolvimento e produtividade das culturas, influenciar

no desempenho das máquinas semeadoras e orientar o uso de corretivos e adubos. O procedimento fundamenta-se na avaliação visual, em pequenas trincheiras (60 cm de profundidade x 60 cm de comprimento x 40 cm de largura) abertas ao lado das fileiras de plantas, nas diferentes glebas em cultivo, de preferência quando culturas anuais como milho ou soja estiverem na fase de pleno florescimento e sem que o solo esteja excessivamente úmido ou extremamente seco.



(Foto cedida por Garibaldi B. Medeiros, 2000)

Os principais indicadores descritivos do perfil cultural do solo visíveis a olho nu referem-se:

- *a condição de relevo e topografia predominantes no local e possíveis riscos por erosão;*
- *ao tipo e quantidade da cobertura vegetal (viva ou morta) presente na superfície do terreno;*
- *à organização estrutural, estabilidade de agregação das partículas e porosidade;*
- *à presença de camadas adensadas ou compactadas;*
- *ao desenvolvimento das raízes e presença de organismos vivos (visíveis a olho nu).*

As informações qualitativas poderão ser complementadas por dados quantitativos através de determinações em laboratório, procedidas em amostras coletadas nas camadas diferenciadas ao longo do perfil cultural do solo.

A construção de um perfil cultural sem limitações para o desenvolvimento das raízes é condição essencial para a sustentabilidade da produção agrícola.

Para facilitar a penetração das raízes e permitir-lhes explorar um adequado volume de solo, o perfil cultural deverá possuir:

- suficiente espaço aéreo e porosidade, para garantir a presença de oxigênio e o fluxo contínuo da água e dos nutrientes nela contidos (solução do solo) necessários à respiração e ao crescimento das plantas;
- adequada capacidade de armazenamento e retenção de água, a fim de evitar o estresse das plantas por escassez ou excesso hídrico;
- condição térmica apropriada para a ocorrência de reações físico-químicas e biológicas envolvidas nos processos de absorção de água e nutrientes pelas plantas;
- atividade organo-biológica capaz de estimular os processos físico-químicos envolvidos na relação solo-planta;
- ausência de acidez ou de elementos minerais em níveis tóxicos que comprometem o desenvolvimento e a produtividade das plantas;
- disponibilidade equilibrada de nutrientes essenciais, de forma a não ocorrerem deficiências ou excessos nutricionais nas plantas.

A avaliação da qualidade do solo pelo diagnóstico do perfil cultural constitui um requisito essencial para orientar a tomada de decisões, tanto acerca das medidas necessárias para adequar o terreno na fase de implantação do plantio direto como das estratégias de manejo que deverão ser adotadas para a sustentação dos sistemas de produção ao longo do tempo.

Terraceamento

Refere-se ao **estabelecimento e à manutenção de sistemas de terraceamento para reduzir a velocidade das enxurradas e conduzir o excesso de água que porventura escorre sobre o terreno após chuvas fortes.**

No Estado do Paraná, a maioria das terras agrícolas encontra-se devidamente protegida pelos **sistemas de terraceamento e adequação de estradas estabelecidos de forma integrada no âmbito das microbacias hidrográficas.**

Terraceamento e adequação de estradas em microbacias hidrográficas



A= Sistema de plantio convencional

B= Sistema de plantio direto

(Fotos obtidas por Muzilli, 1989)

Dependendo da região, o volume de água que escorre é imprevisível em virtude de algumas variáveis edafoclimáticas serem incontroláveis, como a declividade do terreno e a intensidade de ocorrência das chuvas, além de possíveis desuniformidades na capacidade de infiltração

da água no solo e na manutenção de cobertura vegetal adequada sobre a superfície das glebas cultivadas. Daí porque ***não se deve eliminar de forma indiscriminada os terraços em áreas sob plantio direto***, principalmente no caso das terras de menor aptidão agrícola, onde as variações por declividade e profundidade são marcantes.

Em terras de menor declividade, onde o plantio direto seja conduzido com boa manutenção de cobertura vegetal, capaz de proteger o terreno na maior parte do tempo, os terraços de base estreita poderão ser substituídos por terraços de base larga.

Nessas condições, além de se poder cultivar totalmente a área, será possível trafegar com as máquinas e proceder a semeadura em linha reta no sentido das linhas de declive nos terrenos mais argilosos e pouco declivosos, sem que hajam impedimentos operacionais ou riscos graves de erosão hídrica.

Descompactação do solo

Os problemas de compactação são mais comuns em áreas submetidas por vários anos à mecanização intensiva por processos convencionais. Nessas áreas a ação contínua dos implementos de discos provoca o fracionamento e a desestruturação do solo e acelera a oxidação da matéria orgânica, tornando os agregados menores e menos estáveis.

Esse processo de fragmentação e desarranjo dos agregados na camada arável causa de forma progressiva a descontinuidade da porosidade e o aumento da densidade do solo, restringindo sua permeabilidade ao ar, a infiltração das águas de chuvas e o desenvolvimento das raízes das plantas.

Enquanto na superfície do solo é comum a formação de crostas e o "selamento" dos poros (principalmente onde prevalecem solos com alto teor de silte), na camada subjacente existe a tendência de formar-se uma camada compactada, vulgarmente chamada de **"pé-de-grade"** ou de **"pé-de-arado"**. A espessura e profundidade dessa camada serão variáveis em função das próprias características do solo, dos implementos empregados, do tempo de uso dos mesmos e da seqüência de culturas porventura exploradas na áreas. Mesmo nas pequenas propriedades, o tráfego contínuo de equipamentos leves traçados por animais, estando o solo úmido, poderá causar efeitos de compactação superficial.

A maneira prática de identificar o problema é por meio do exame do perfil cultural do solo, concentrando-se a atenção no desenvolvimento radicular das plantas em seu estágio de pleno desenvolvimento vegetativo (do florescimento ao início de frutificação). Sintomas como tortuosidade, perda da seção cilíndrica (assumindo forma

achatada) e reduzido número de raízes com crescimento horizontal, são deformações que evidenciam a necessidade de descompactação do solo.

Confirmada a presença de camadas compactadas, recomenda-se **realizar a descompactação mecânica com escarificadores que sejam capazes de operar abaixo do limite inferior da camada compactada sem causar excessiva movimentação da camada superior do solo.**

A eficiência de trabalho dos escarificadores dependerá dos seguintes fatores:

- **Umidade do solo:** a descompactação será mais eficaz quando o solo estiver próximo à friabilidade; tal condição poderá ser facilmente detectada no campo, coletando-se aos 12-15 cm de profundidade um torrão (2 a 5cm de Ø) e exercendo sobre o mesmo uma ligeira pressão entre os dedos polegar e indicador; se o torrão desagregar sem oferecer resistência e sem modelar-se ao formato dos dedos, a umidade do solo estará próxima à faixa de friabilidade.
- **Profundidade de trabalho:** O equipamento descompactador – conhecido por escarificador de hastes – deverá ser regulado para operar uns 5 cm abaixo do limite inferior da camada compactada.

- **Distância entre as hastes:** A distância entre as hastes determinará o grau de descompactação do solo e a demanda do esforço de tração. Em geral, recomenda-se manter uma distancia igual a 1,25 vezes a profundidade de trabalho, usando-se hastes com 6 cm de largura. Para hastes mais largas ou equipadas com asas laterais, a relação poderá ser maior - de 1,5 até 2,5 vezes a profundidade de trabalho.

Escarificador de hastes para descompactação mecânica do solo



(Fotos obtidas por
Muzilli, 1990)

No caso de pequenas propriedades, qualquer implemento de hastes capaz de operar uns 5 cm abaixo da camada compactada poderá ser utilizado. Implementos como o escarificador de uma haste, tracionado por uma parelha de animais, ou escarificadores adaptados para tratores de baixa potencia motora – como o escarificador Ema desenvolvido pelo IAPAR – permitem bom trabalho de descompactação em pequenas áreas. O escarificador tipo Búfalo também tem sido usado como sulcador e descompactador de solo, em áreas muito declivosas onde o plantio direto só é viável com o uso de “matraca”.

Em regiões com escassez de chuvas no período de outono-inverno, **a operação de descompactação será mais efetiva quando realizada no final do período chuvoso, após a colheita das culturas de verão**, enquanto ainda há um certo resíduo de umidade no solo. Caso não seja possível, a operação deverá ser realizada logo ao se iniciarem as primeiras chuvas de primavera, mas antes do solo estar demasiadamente saturado com água.

No caso de terras ácidas, a ocasião de realização da escarificação para descompactação do solo também será oportuna para proceder-se a calagem. Neste caso, o próprio escarificador ajudará na incorporação do calcário, cuja operação será então complementada por meio de uma gradagem niveladora.

Não se deve pretender que a eliminação das camadas compactadas ocorra pela simples adoção do plantio direto, sem que seja realizada a descompactação mecânica; esse tem sido um erro cometido por inúmeros produtores, que acabam fracassando em seu intento.

Na fase que antecede a implantação do plantio direto, será fundamental proceder a descompactação mecânica, seguida de práticas culturais capazes de promover a descompactação biológica, pelo uso de plantas rústicas, com sistema radicular pivotante e boa capacidade de penetração no solo.

Na seleção de plantas de cobertura como coadjuvantes na descompactação do solo, as seguintes características devem ser consideradas:

- O potencial de produção de biomassa, que determinará o equilíbrio do teor de matéria orgânica em função das condições edafoclimáticas prevalentes.
- A capacidade do sistema radicular penetrar ao longo do perfil do solo. As gramíneas, como a aveia, o centeio e as brachiárias, possuem sistema radicular abundante e ocupam de forma mais efetiva os espaços vazios do solo, possibilitando sua melhor agregação; após decomposição, essas raízes deixarão poros vazios que irão facilitar a aeração e a infiltração da água. Por outro lado, espécies como as Crotalárias e o nabo forrageiro pivotante também se destacam como boas alternativas para romper camadas compactadas do solo.

*Uso de nabo forrageiro pivotante para
descompactação do solo*

(Foto cedida por Garibaldi B. Medeiros, 2000)



Uniformização da superfície

A presença de sulcos decorrentes dos efeitos da erosão hídrica e da intensa mobilização da camada “arável” em áreas de lavouras convencionais nas quais se pretende iniciar o SPD é bastante freqüente. No caso de terrenos recém-destocados, também é comum a existência de depressões provocadas pela retirada dos tocos e raízes de árvores.

Esses sulcos e depressões no terreno facilitam a concentração de enxurradas e dificultam o plantio direto, tanto com as semeadoras de tração motora como as de tração animal, além de constituírem manchas de solos com menor fertilidade ou ainda, poderem constituir focos de infestação de plantas invasoras.

A eliminação de sulcos e depressões no terreno deverá anteceder a implantação do SPD, por meio da escarificação seguida de gradagem para nivelamento da superfície.

Nas pequenas propriedades, a uniformização da superfície do terreno poderá ser feita por meio de grades de dentes ou de discos recortados com tração animal.

As manchas de fertilidade deverão ser monitoradas e tratadas de forma distinta em relação ao restante da área, recebendo doses proporcionais de corretivos e adubos.

Por não proporcionar a mesma produtividade nos primeiros anos as áreas com manchas de fertilidade poderão constituir focos de aumento dos custos de produção e de riscos de danos aos cultivos. Através do uso diversificado do solo com rotação de culturas e pela restauração da fertilidade pelo uso das plantas de cobertura, tais irregularidades tenderão a desaparecer e o terreno se apresentará uniforme em toda a superfície.

ADEQUAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO

Em muitas áreas onde se pretende iniciar o plantio direto, é comum haver restrições de fertilidade por condições naturais ou por desequilíbrios provocados pelo próprio homem. As perdas por erosão e o desgaste da matéria orgânica em áreas de plantio convencional podem agravar ainda mais a situação, em função do manejo conflitante com a aptidão das terras para uso agrícola.

Estabelecer um plano estratégico de adequação e manejo da fertilidade do solo, levando em conta as circunstâncias prevaletentes em cada situação, é pré-requisito para implantação do sistema plantio direto.

Correção inicial da acidez

Para implementar o plantio direto em regiões de solos ácidos, a correção da acidez é um dos primeiros requisitos a ser considerado, pois nessas situações é comum a ocorrência de alumínio tóxico associado à deficiência de cálcio, tanto em superfície como em camadas mais profundas, o que prejudicará o crescimento das raízes e, em consequência, o rendimento das lavouras.

A prática de calagem usando calcário dolomítico permite neutralizar o alumínio e fornecer cálcio e magnésio como nutrientes, favorecendo um melhor desenvolvimento das raízes das plantas, que irá facilitar a absorção e utilização da água e dos nutrientes pelas mesmas.

Do ponto de vista econômico, a **calagem deve ser considerada um investimento inicial na implantação do plantio direto**, cuja participação no custo de “construção” da fertilidade do solo está ao redor de 5 a 8% ao ano e cujo cálculo de economicidade deve ser realizado considerando um período de amortização entre 3 e 5 anos.



ATENÇÃO

Caso o agricultor não disponha de recursos financeiros suficientes para fazer a melhoria em todos os sítios da propriedade, deverá iniciar pelas glebas com maior potencialidade de resposta ao uso do corretivo.

A **quantidade de calcário** a ser utilizada dependerá do tipo de solo, do sistema de produção e da disponibilidade de recursos financeiros para a aquisição do corretivo. **Em solos ácidos de textura argilosa, a saturação de bases (V%) deverá ser mantida entre 55 e 70% e a saturação com Al trocável abaixo dos 5%. No caso de solos arenosos com pouca matéria orgânica, a saturação de bases deverá ser mantida entre 40 e 50%**, pois valores superiores a esse limite, havendo escassez de matéria orgânica, poderão resultar em desequilíbrios por deficiência nutricional, principalmente no que se refere ao potássio, ao zinco, ao manganês e ao ferro.

Para produzir os efeitos desejáveis, a calagem necessita de umidade suficiente no solo. No Paraná, as épocas de calagem mais adequadas ocorrem no início da estação chuvosa (pouco antes da semeadura das culturas de verão) ou no final do período chuvoso (após as colheitas de verão).

Quanto às **modalidades de distribuição e incorporação do calcário**, diferentes situações exigem diferentes procedimentos. Nas situações prevalentes no Estado do Paraná, as seguintes modalidades poderão ser praticadas nas áreas onde se pretende iniciar o plantio direto:

a) Áreas sob plantio convencional, sem problema de compactação:

- Distribuir o calcário de maneira uniforme sobre o terreno e incorporar por meio de gradagem niveladora, logo após a colheita de verão.
- Estabelecer cultura de aveia preta em sistema de preparo mínimo do solo para formação de palhada na entressafra de inverno.
- Estabelecer a próxima cultura de verão em sistema de plantio direto.

b) Áreas sob plantio convencional com problema de compactação nas camadas inferiores:

- Distribuir o calcário de maneira uniforme sobre o terreno no final do período chuvoso, seguido de escarificação e gradagem niveladora.
- Estabelecer mistura de aveia preta+nabo pivotante em sistema de preparo mínimo do solo para formação de palhada, na entressafra de inverno.
- Estabelecer a próxima cultura de verão em sistema de plantio direto.

Nessas duas primeiras situações, o fundamental será evitar a movimentação excessiva do solo em período chuvoso.

c) Áreas em estado nativo ou em pousio, com bom nível de matéria orgânica e bom estado de agregação física:

- Distribuir o calcário de maneira uniforme sobre o terreno, **sem proceder incorporação mecânica**, seguido do cultivo de aveia preta+nabo pivotante em sistema de plantio direto para formação da palhada na entressafra de inverno.
- Estabelecer a próxima cultura de verão em sistema de plantio direto.

Na última situação, apesar de não ser procedida a incorporação mecânica do calcário, *"a decomposição dos resíduos após o manejo das plantas de cobertura libera ácidos orgânicos hidrossolúveis, que formarão ligantes orgânicos capazes de mobilizar os cátions Ca e Mg e complexar o Al, permitindo a correção da acidez ao longo do perfil cultural do solo"* (Pavan, 1997; Miyasawa et al., 2000). Eventualmente os níveis de produtividade poderão ser menores no primeiro ano, pois a cultura de verão ainda poderá estar convivendo com a acidez nas camadas inferiores.

Adubação fosfatada "corretiva"

A construção de um patamar mínimo de fósforo no solo é requisito importante para iniciar o sistema plantio direto na maior parte das terras tropicais e subtropicais. Além de ser um nutriente cuja disponibilidade geralmente

se situa em teores abaixo do nível crítico, o fósforo é fundamental para assegurar a produção de biomassa vegetal, que constitui uma das chaves para a sustentabilidade do plantio direto.

Caso o agricultor não disponha de recursos financeiros para proceder tal melhoria em todas as glebas da propriedade, deverá iniciar por aquelas com maior potencial de resposta.

Para a prática da adubação fosfatada “corretiva”, deve-se **optar por adubos fosfatados mais econômicos e que sejam, ao mesmo tempo, de boa eficiência agronômica.**

Os **fosfatos naturais reativos de origem orgânica** – como é o caso do Hiperfosfato de Gafsa, entre outros – além de apresentarem eficiência agronômica similar aos fosfatos solúveis sintetizados por processos industriais, são de custo mais baixo e não contêm elementos contaminantes do ambiente.

A solubilização dos fosfatos naturais reativos ocorre de forma lenta e gradativa pela ação de ácidos fracos oriundos da própria matéria orgânica do solo ou excretados pelas raízes das plantas, permitindo um efeito residual cumulativo e mais prolongado.

Uma vez corrigido o teor de fósforo no solo, o plantio direto permitirá manter maior disponibilidade do nutriente em formas solúveis de natureza orgânica ou inorgânica.

IMPORTÂNCIA DA COBERTURA VEGETAL DO SOLO

A proteção do solo pela cobertura vegetal com plantas vivas ou com resíduos vegetais (“palhada”) **é um requisito-chave para o sucesso do plantio direto**, devido ao aumento da biodiversidade e o equilíbrio ambiental no sistema solo-planta.

Além dos resíduos das próprias culturas e das plantas invasoras, **a cobertura vegetal do solo deve ser reforçada e mantida pelo cultivo de plantas de cobertura – adubos verdes – em rotação com as espécies de interesse comercial.**

A manutenção da cobertura vegetal do solo em plantio direto promove os seguintes benefícios:

- *Redução do processo erosivo, pelo fato de a cobertura vegetal impedir o impacto direto das chuvas sobre o solo.*
- *Melhor agregação e estruturação do solo, favorecendo a aeração e o desenvolvimento radicular das culturas comerciais.*
- *Manutenção da umidade na camada superficial do solo, por diminuir a oscilação térmica e as perdas de água por evaporação.*

- *Controle biológico-cultural de plantas invasoras, pragas e doenças, diminuindo os gastos com controle mecânico-químico.*
- *Ciclagem de nutrientes no perfil cultural do solo, diminuindo as perdas por lixiviação e reduzindo a demanda externa de fertilizantes.*
- *Aumento do teor de matéria orgânica do solo ao longo do tempo, promovendo significativas melhorias em seus atributos químicos, físicos e biológicos.*

O acúmulo e a persistência dos resíduos vegetais na superfície do terreno dependerão da quantidade de biomassa produzida e da velocidade de sua decomposição. Essa decomposição por sua vez, é função direta da relação C/N (Carbono/Nitrogênio) dos resíduos vegetais, da presença de umidade, das variações de temperatura e da própria atividade biológica do solo.

COMO MANTER O EQUILÍBRIO DA RELAÇÃO C/N NO SOLO?

Primeiros 2-3 anos de implantação do SPD:

Priorizar o uso de gramíneas (relação C/N alta) para:

- Formação de cobertura vegetal duradoura e estável.
- “Construção” do teor de C-orgânico no solo.
- Controle de plantas invasoras.

Nesta fase ocorrerá:

- **Maior** oferta de C-orgânico = Maior atividade microbiana.
- **Maior** intensidade de imobilização do N pelos microrganismos.
- **Maior** necessidade de adubação nitrogenada para as culturas. Dar preferência ao cultivo de leguminosas (soja, feijão etc.)

Após 3-4 anos de implantação do SPD:

- Restabelecimento do equilíbrio na relação C/N.
- **Maior** liberação de N ao sistema solo-planta.
- **Menor** necessidade de adubação nitrogenada. Situação favorável ao cultivo de gramíneas (milho, aveia etc.)

Quando os resíduos de gramíneas são mesclados com resíduos de leguminosas, crucíferas ou plantas de outra família que possuem relação C/N média ou baixa, a

decomposição paulatina diminuirá a imobilização do N aumentando sobremaneira a eficiência de seu aproveitamento no sistema solo-planta, além de proporcionar um maior equilíbrio e acúmulo de Carbono na camada superior do perfil cultural do solo. Além disso, a diversificação de espécies contribuirá para melhor controle de plantas invasoras, redução de riscos fitossanitários e ciclagem de nutrientes no solo.

A melhor alternativa consiste em se alternar ou consorciar as gramíneas com outras espécies - principalmente as leguminosas - para um adequado equilíbrio da relação C/N do solo.

ESCOLHA DAS ESPÉCIES PARA ADUBAÇÃO VERDE

Calegari (1992) destaca os seguintes requisitos a serem observados na escolha das espécies para uso como adubo verde em SPD:

- *Apresentar boa adaptabilidade e certa rusticidade nas distintas condições edafoclimáticas onde são cultivadas.*
- *Não oferecer dificuldades ou onerar os custos de implantação e manutenção das culturas comerciais subsequentes.*

- *Apresentar resistência ao ataque de pragas e doenças, além de não servir como hospedeiros e/ou multiplicadores de patógenos nocivos ao solo e às culturas comerciais.*
- *Ter desempenho satisfatório quanto à cobertura do solo, supressão de plantas invasoras e produção de biomassa.*
- *Não possuir caráter de planta invasora ou infestante do sistema de produção.*
- *Ser planta complementar nos sistemas de rotação ou consórcio, potencializando a conservação e melhoria do solo e favorecendo a produtividade das culturas comerciais.*
- *Preferencialmente servir como planta uso múltiplo; isto é, além de servir aos propósitos da adubação verde, ter possibilidade de aproveitamento como forragem, silagem ou produção de grãos para alimentação humana ou animal.*
- *Servir como alternativa economicamente rentável, para constituir tecnologia factível de adoção pelos produtores.*

PONTO DE VISTA

Os agricultores precisam entender que os adubos verdes plantados antes ou depois das lavouras comerciais são necessários para o bom funcionamento do SPD.

(Elídio Variani, agricultor de Medianeira-PR, 2001)

Um problema que tem sido apresentado como justificativa para o não uso dos adubos verdes, é a dificuldade de encontrar sementes no mercado ou, quando disponíveis, o seu preço é muito elevado. Empresários do setor de produção de sementes alegam que a procura é baixa, daí o pouco estímulo à produção. Os agricultores, por sua vez, alegam que não encontram as sementes no mercado a preços acessíveis. Isso cria um círculo vicioso cuja solução pode ocorrer mediante a **implantação de programas comunitários que aumentem a disponibilidade das sementes de adubos verdes de forma rápida e acessível aos agricultores** (Motta, 2001).

As seguintes espécies têm sido preconizadas para cobertura do solo no Paraná:

| ESPÉCIES DE ADUBO VERDE PARA SPD NO PARANÁ | MATÉRIA SECA (t/ha) | CONCENTRAÇÃO (%) | | |
|--|---------------------|------------------|-----------|-----------|
| | | N | P | K |
| ESPÉCIES DE INVERNO | | | | |
| Gramíneas | | | | |
| Aveia preta | 4,0 – 11,0 | 0,70-1,68 | 0,14-0,42 | 1,08-3,08 |
| Centeio | 4,0 – 8,0 | 0,58-0,66 | 0,16-0,29 | 0,75-1,45 |
| Triticale | | | | |
| Leguminosas | | | | |
| Ervilhaca peluda | 3,0 – 6,0 | 2,51-4,36 | 0,25-0,41 | 2,41-4,26 |
| Ervilhaca comum | 3,0 – 6,0 | 2,74-3,47 | 0,27-0,38 | 2,33-2,56 |
| Ervilha forrageira | 2,5 – 7,0 | 1,77-3,36 | 0,14-0,41 | 0,67-3,31 |
| Tremoço branco | 3,5 – 5,0 | 1,22-1,97 | 0,25-0,29 | 1,00-1,77 |
| Tremoço azul | 3,0 – 6,0 | 9,85-2,15 | 0,12-0,29 | 1,36-1,49 |
| Outras espécies | | | | |
| Nabo forrageiro pivotante | 3,0 – 9,0 | 0,92-1,37 | 0,18-0,33 | 2,02-2,65 |
| ESPÉCIES DE VERÃO | | | | |
| Gramíneas | | | | |
| Milheto | 4,0-21,0 | 0,34-1,46 | 0,13-0,29 | 1,05-3,12 |
| Sorgo forrageiro | 3,5-18,0 | 0,20-1,35 | 0,10-0,35 | 0,90-2,70 |
| Leguminosas | | | | |
| Crotalaria juncea | 2,5-12,5 | 1,42-1,65 | 0,16-0,25 | 0,96-1,38 |
| Mucuna cinza | 3,0-6,0 | 1,56-2,43 | 0,46-0,57 | 1,00-1,55 |
| Guandu anão | 2,0-8,5 | 1,02-2,04 | 0,21-0,28 | 0,92-1,47 |
| Outras | | | | |
| Girassol | 4,0-8,0 | 1,08 | 0,15-0,28 | 2,24-2,96 |

Adaptado de: Calegari et al, 1993; Calegari & Peñalva, 1994.

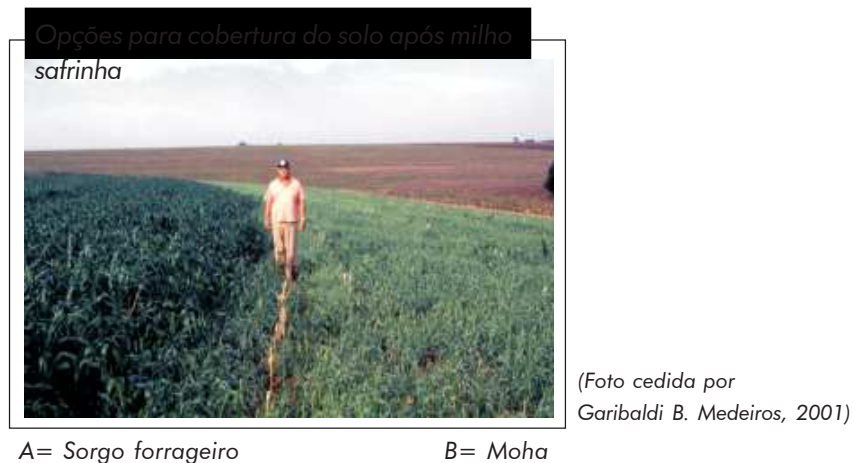
Adaptado de: Calegari et al, 1993; Calegari & Peñalva, 1994.

Para a formação e manutenção da cobertura vegetal do solo na entressafra de inverno, algumas alternativas mais promissoras têm sido as seguintes:

| ANTES DAS CULTURA DE SOJA OU DE ALGODÃO | | ANTES DA CULTURA DE MILHO | |
|--|---------------------|---------------------------|---------------------|
| Espécies | Sementes (kg/ha) | Espécies | Sementes (kg/ha) |
| Aveia preta | 35-40 | Tremoço branco | 40-50 |
| Centeio forrageiro | 20-30 | Ervilha forrageira | 20-30 |
| Aveia preta + | 25-30 | Aveia preta + | 18-20 |
| Nabo forrageiro | 8-10 | Nabo forrageiro + | 7 |
| | | Ervilhaca comum | 30 |
| Centeio forrageiro + | 15 | Aveia preta + | 18-20 |
| Nabo forrageiro | 8-10 | Nabo forrageiro + | 7 |
| | | Tremoço branco | 40 |

FONTE: Adaptado de Calegari, 2001

Na região Oeste do Paraná, o intervalo entre a colheita do milho-safrinha e a semeadura da soja poderá ser ocupado com *sorgo forrageiro*, *milheto* ou *moha*.



Outro aspecto facilitador do uso da adubação verde é a **disponibilidade de recursos para a aquisição das sementes de adubos verdes na forma de crédito de custeio** pelos agentes financeiros.

Como manejar as plantas de cobertura?

O manejo das plantas de cobertura geralmente é realizado na fase de pleno florescimento/início de frutificação, exceto no caso da aveia preta, cuja melhor fase é a de grãos leitosos. Mesmo assim, **algumas espécies poderão apresentar problemas de rebrota ou de germinação de sementes espontâneas** que caíram no solo. No caso da *Crotalaria* e do guandu, recomenda-se proceder ao manejo na fase de pré-floração, para evitar excessiva rebrota e formação de caule lenhoso.

Os adubos verdes são manejados por processo mecânico (rolo-faca, roçadeiras, grade de discos, Triton) ou químico (herbicidas dessecantes de ação sistêmica ou de contato).

O rolo-faca é a maneira mais barata e eficiente para o manejo mecânico das plantas de cobertura, pois evita que os resíduos sejam triturados excessivamente, favorecendo a persistência da cobertura no solo por mais tempo; na sua falta, poderá ser utilizada uma **roçadeira** ou ainda, uma **grade de discos leve** operando "fechada".

O manejo mecânico com **Triton não é recomendado, por triturar excessivamente os resíduos**, acelerando o seu processo de decomposição. Da mesma forma, o **uso de herbicidas dessecantes acelera a decomposição dos restos vegetais**, fazendo com que a cobertura persista por pouco tempo sobre o solo.



A = Tração mecânica

B = Tração animal
(Fotos obtidas por Muzilli, 1990)

O controle de rebrotas espontâneas ou de plantas germinadas após o manejo mecânico poderá ser realizado por meio de herbicida dessecante (empregando-se metade da dose recomendada), sem que os resíduos anteriormente manejados pelo equipamento mecânico sejam afetados.

O componente adubo verde deve sistematicamente fazer parte do elenco de práticas agrícolas que compõem o SPD. Entretanto, **tal prática deve ser flexível**, de acordo com as condições edafoclimáticas predominantes, a infraestrutura da propriedade e as demais especificidades e interesses do agricultor.

O constante monitoramento de campo irá mostrar se as estratégias de rotação de culturas com os adubos verdes empregadas pelo agricultor estão ou não proporcionando os benefícios esperados. Caso isso não esteja ocorrendo, **o adequado conhecimento e o bom senso entre técnico e agricultor indicará**, em função das peculiaridades envolvidas, **os ajustes e as modificações mais convenientes a cada situação.**

A inclusão da adubação verde nos esquemas de rotação de culturas é fundamental para fortalecer e manter a cobertura vegetal do solo no sistema plantio direto.

IMPORTÂNCIA DA ROTAÇÃO DE CULTURAS

A prática de cultivar por anos seguidos a mesma área com a mesma cultura, traz diversos inconvenientes: as pragas e doenças tornam-se mais graves, as ervas daninhas aumentam e tornam-se seletivas, a fertilidade do solo decresce e a produtividade das lavouras diminui. Para evitar esses inconvenientes, preconiza-se a rotação de culturas, sistema no qual são realizados cultivos alternados de diferentes espécies (Alcover, 1976).

A **rotação de culturas** é definida como “**o cultivo alternado de espécies vegetais diferentes num mesmo local e numa mesma estação anual**”; por exemplo, cultivo alternado de *trigo-milho-aveia-soja* numa mesma área. Por outro lado, o cultivo sucessivo das mesmas espécies em estações diferentes numa mesma área constitui uma sucessão anual de culturas; por exemplo, a sucessão *soja-trigo-soja-trigo* (Reis, 1992).

A finalidade da rotação de culturas é **estabelecer um grupo de explorações interligadas numa mesma propriedade, de forma a garantir a rentabilidade, a estabilidade de produção e a conservação ambiental**.

Além da seqüência mais adequada de espécies, é fundamental levar-se em conta o melhor aproveitamento da terra, do capital, do trabalho, das máquinas e dos insumos disponíveis na propriedade.

Um dos exemplos mais clássicos de rotação de culturas praticado em SPD no Paraná, consiste na alternância bi-anual de milho com soja na safra de verão, com aveia e/ou trigo na safra de inverno, pela subdivisão da propriedade em duas glebas:

| GLEBA | 1º. ANO | | 2º. ANO | |
|-------|---------|----------------|---------|----------------|
| | Verão | Inverno | Verão | Inverno |
| 01 | Milho | Trigo ou Aveia | Soja | Aveia ou Trigo |
| 02 | Soja | Aveia ou Trigo | Milho | Trigo ou Aveia |

COMO PLANEJAR A ROTAÇÃO DE CULTURAS?

No planejamento de um esquema de rotação de culturas, é importante um estudo econômico quanto ao investimento a se fazer, incluindo pesquisas de mercado para os produtos a serem comercializados e os possíveis retornos econômicos que o sistema poderá proporcionar.

Para compor um esquema de rotação de culturas é fundamental levar-se em conta a **escolha de espécies melhor adaptadas à região, que possam ser cultivadas em**

rotação sem que uma cause prejuízo à outra e que, de preferência, possam usar o mesmo maquinário e as mesmas estruturas de produção e processamento em épocas diferentes.

Além de conhecimentos técnicos e econômicos, o planejamento de um esquema de rotação de culturas exige bom nível de experiência e criatividade por parte dos técnicos e produtores.

A existência de experiências em âmbito local, acompanhadas e avaliadas em conjunto por pesquisadores, extensionistas e os próprios produtores é fator de segurança para apoiar o planejamento da rotação de culturas.

Os esquemas de rotação de culturas podem ser os mais variados possíveis, usando as mais diversas culturas, utilizando diferentes processos de plantio, interligados ou não à exploração pecuária. Também poderão abranger toda a área de uma propriedade, com uma cultura apenas em cada período, ou mediante a subdivisão de áreas para o plantio escalonado de diferentes culturas.

Um esquema de rotação de culturas mal planejado poderá, ao longo do tempo, resultar em problemas tais como deterioração da qualidade do solo, seletividade ou aumento da resistência de plantas invasoras ao uso de determinados herbicidas, agravamento de problemas

fitossanitários e, em consequência, redução da lucratividade e da estabilidade do sistema de produção.

A rotação de culturas deve obedecer a um plano espacial e temporal, fundamentado em diagramas seqüenciais programados para períodos variáveis entre 3 e 5 anos, mas com suficiente flexibilidade para proceder-se mudanças a qualquer tempo em função de oportunidades de mercado, surgimento de problemas inesperados, mudanças de decisão por parte dos produtores, etc.

Através do planejamento antecedido por um adequado diagnóstico da propriedade, deve-se assegurar o balanço positivo de matéria orgânica e da reciclagem de nutrientes, o melhor controle de plantas invasoras, a prevenção da incidência de pragas ou doenças comuns às diferentes culturas que compõe o esquema e, sobretudo, potencializar a produtividade com rentabilidade. Nesse sentido, deve-se sempre privilegiar a redução dos custos de produção pela racionalização do uso de insumos químicos (adubos, pesticidas, etc.).

Via de regra, a passagem para um roteiro seqüencial diferente daquele que tradicionalmente vem sendo praticado na propriedade, deve ocorrer de forma gradativa, o que implica no planejamento da propriedade por partes, até chegar-se ao todo.

Não existem “receitas” para planos de rotação de culturas!

Quando um produtor decide copiar um plano adotado por seus vizinhos, sem levar em conta as especificidades de sua propriedade, aumenta o risco de insucesso.

O que existe são alguns princípios básicos a considerar-se no planejamento da rotação de culturas, tais como:

- a) Alternância de plantas de diferentes famílias (como é o caso da alternância entre soja e milho), evitando-se o cultivo da mesma espécie por mais de 2 anos seguidos.
- b) Inclusão de plantas para cobertura do solo (adubos verdes) visando ampliar a biodiversidade do ecossistema solo-planta.
- c) Preferência à mistura e à alternância de espécies para cobertura do solo, ao invés de usar-se sempre a mesma espécie de forma isolada e por anos seguidos.
- d) Manutenção do solo protegido por biomassa vegetal (viva ou morta) a maior parte do tempo possível, evitando-se “janelas abertas” no sistema, que poderão favorecer a incidência de plantas daninhas, a decomposição rápida da palhada e a degradação da matéria orgânica do solo.

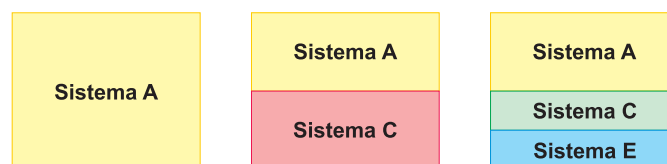
Nas experiências conduzidas pelo IAPAR em parceria com a ITAIPU BINACIONAL na região lindeira ao lago de Itaipu, alguns diagramas seqüenciais de rotação de culturas em SPD planejados para um período de 3 anos, cuja eficiência foi comprovada em propriedades de referência, são mostrados a seguir:

| DIAGRAMA SEQUENCIAL | PRIMEIRO ANO | | SEGUNDO ANO | | TERCEIRO ANO | |
|---------------------|-------------------|-------|--------------------|-------|-----------------|-------|
| | Inverno | Verão | Inverno | Verão | Inverno | Verão |
| A | Milho safrinha | Soja | AP+NP | Soja | Trigo | Soja |
| B | Milho safrinha | Soja | Trigo/Moha | Soja | AP+NP+EF | Soja |
| C | Milho safrinha | Milho | Ervilha/Sorgo for. | Soja | AP+NP+EC | Milho |
| D | Trigo | Soja | AP+NP+EF | Milho | Feijão/ Av. Br. | Soja |
| E | Milho safrinha/AP | Soja | AP+NP | Milho | Feijão/ Av. Br. | Soja |

FONTE: Adaptado de Medeiros, 2002
AP= aveia preta; NP= nabo pivotante; EF= ervilha forrageira; EC= ervilhaca comum.
Feijão/Av. Br.= aveia branca em sucessão ao feijão na safra de inverno.
Milho safr./AP= Aveia em sobresemeadura ao milho na safra de inverno.

Na região onde tais experiências vêm sendo validadas, as culturas preferenciais de verão são a soja e o milho, enquanto a cultura do milho safrinha ocupa espaço expressivo no inverno. Daí a necessidade de privilegiar tais culturas nos sistemas de produção, já que as mesmas estão devidamente adaptadas à infra-estrutura e aos meios de trabalho das propriedades e têm mercado assegurado na região.

Deve-se evitar a prática de uma única alternativa de rotação de culturas em toda a propriedade por muitos anos seguidos! Dependendo do tamanho da propriedade, os diagramas seqüenciais poderão ser combinados, de forma a praticar-se 1, 2 ou 3 sistemas num período de até 3 anos, como indicado a seguir:



BENEFÍCIOS DA ROTAÇÃO DE CULTURAS

Num ensaio de campo de longa duração conduzido no IAPAR durante o período de 1976 a 1991 para avaliar os efeitos de diferentes seqüências de culturas no SPD, Muzilli *et al.*, (1983) constataram resultados benéficos da rotação de milho com soja; ambas as culturas responderam de forma positiva em termos de produtividade, sanidade e estado nutricional.



Desenvolvimento do milho em rotação alternada com soja (S/T/M), comparado com a sucessão contínua com trigo (M/T/M).

(Foto obtida por Muzilli, 1981)

Após 16 anos (correspondentes a 4 ciclos de rotação) esses estudos evidenciaram um incremento da ordem de 24% no rendimento médio de soja e milho cultivados no verão e de 3,2 a 9,4% no rendimento de trigo cultivado no inverno (tabela 2).

Dentre as dificuldades existentes para a difusão e adoção da prática de rotação de culturas, deve-se considerar o tempo necessário para que respostas econômicas sejam obtidas (Sorenson e Montoya, 1989), já que os maiores entraves para sua adoção estão ligados aos aspectos de mercado que afetam a comercialização dos produtos.

TABELA 2 - RENDIMENTOS MÉDIOS DE TRIGO, SOJA E MILHO CULTIVADOS EM SEQÜÊNCIA CONTÍNUA OU ALTERNADA NO SPD. IAPAR/LONDRINA (PR). MÉDIAS DE 16 SAFRAS (1976/77 A 1992/93)

| SEQÜÊNCIA DE CULTURAS EM CADA CICLO ⁽¹⁾ | | | | RENDIMENTO MÉDIO DE GRÃOS (kg/ha) ⁽²⁾ | TAXA MÉDIA DE AUMENTO ⁽³⁾ |
|---|---------|---------|---------|--|---|
| 1976/79 | 1980/83 | 1984/87 | 1988/91 | | |
| Cultura do TRIGO | | | | | |
| T-M | T-M | T-M | T-M | 1607 | 0 |
| T-S | T-S | T-S | T-S | 1659 | 3,2% |
| T-S | T-M | T-S | T-M | 1759 | 9,4% |
| Cultura da SOJA | | | | | |
| T-S | T-S | T-S | T-S | 2000 | 0 |
| T-S | T-M | T-S | T-M | 2486 | 24,3% |
| Cultura do MILHO | | | | | |
| T-M | T-M | T-M | T-M | 4832 | 0 |
| T-S | T-M | T-S | T-M | 6011 | 24,4% |

FONTE: Muzilli et al., 1994.

(1) T= Trigo; S= Soja; M= Milho

(2) Rendimentos médios de cada cultura nos 4 ciclos (16 safras).

(3) Índice de aumento em relação à seqüência de menor rendimento.

Não havendo estabilidade e equilíbrio de preços dos diferentes produtos os produtores têm optado por explorar as culturas que lhes oferecem maiores chances de lucro imediato. Essa realidade seguramente tem contribuído para que a prática da monocultura ainda prevaleça na maior parte das áreas agrícolas, em detrimento da qualidade ambiental e da própria estabilidade da agricultura brasileira.

Agricultores mais progressistas têm comprovado os efeitos interativos da inclusão dos adubos verdes nos esquemas de rotação de culturas, pelo aumento da produtividade e redução dos custos de produção em lavouras de soja, milho, algodão e feijão sob plantio direto.

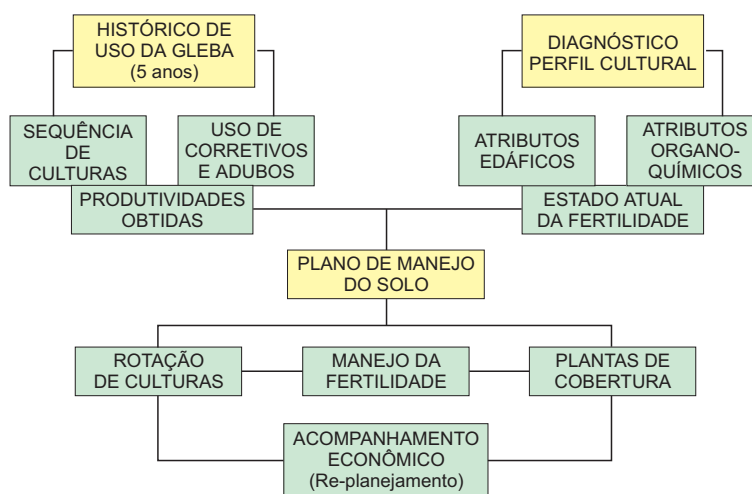
Bem estudados e bem aplicados, os esquemas de rotação de culturas com plantas de cobertura podem dinamizar o desenvolvimento agrícola de uma região, com reflexos de ordem econômica, social e ambiental.

Com a inclusão das plantas de cobertura (adubos verdes) nos esquemas de rotação de culturas, o plantio direto destaca-se como um sistema de produção sustentável no longo prazo.

COMO RACIONALIZAR O USO DE ADUBOS QUÍMICOS?

Receitas genéricas ou pré-concebidas de adubação podem comprometer a sustentabilidade do SPD, ao induzir riscos de desequilíbrios na fertilidade do solo, o desperdício de adubos e o aumento dos custos de produção.

Estabelecer um plano de manejo para melhorar e sustentar as condições adequadas, levando em conta os componentes mostrados no diagrama abaixo, é fundamental para a gestão da fertilidade do solo visando melhorar a rentabilidade e a qualidade dos sistemas de produção.



(Diagrama produzido por Muzilli, 2001).

Nesse plano de gestão, os principais elementos para análise e planejamento são os seguintes:

- *Histórico de uso e manejo da gleba* (se possível durante os últimos 5 anos), de forma a conhecer-se a seqüência de culturas, as quantidades e formas de corretivos e adubos utilizados e os rendimentos obtidos. Esses dados possibilitarão estabelecer um balanço estimativo das "entradas" (fornecimento através de adubação) e "saídas" (remoção pelas colheitas) de nutrientes no sistema solo-planta, ao longo de um dado período considerado.
- *Diagnóstico do perfil cultural*, para caracterizar os atributos organo-biológicos, físicos e químicos capazes de interferir: a) no desempenho e produtividade das culturas; b) na eficiência de aproveitamento da água e dos nutrientes pelas plantas.
- *Diagnóstico do estado atual da fertilidade química do solo*, para subsidiar a tomada de decisão, cujos critérios de análise e interpretação devem considerar as especificidades de cada região ou agro-ecossistema.

Quando necessário tais informações poderão ainda ser complementadas pela diagnose foliar das culturas estabelecidas.

Com base nesse conjunto de informações, é possível estabelecer-se um plano de manejo do solo no médio ou longo prazo, englobando o delineamento de esquemas de rotação de culturas com as plantas de cobertura e as medidas apropriadas para o manejo da fertilidade nos sistemas planejados. O acompanhamento agrônomo e econômico permitirá o re-planejamento das medidas de manejo no decorrer do tempo.

Através de um plano de gestão da fertilidade, a racionalização do uso de adubos químicos poderá ser conseguida considerando o sistema de produção como um todo, mediante o emprego de doses e fontes específicas de nutrientes para suprir deficiências de fertilidade ao longo do tempo, ao invés do uso rotineiro de formulações comerciais genéricas para cada cultura em safras isoladas.

Esse critério de gestão da fertilidade do solo foi validado em propriedades de referência na região do lago Itaipu, comparando-se processos modificados de adubação com os processos tradicionais empregados pelos produtores (Muzilli, 2001):

| CASOS | SISTEMA TRADICIONAL | | | SISTEMA MODIFICADO | | |
|--|---------------------------------------|------------|----------------|-----------------------------------|------------|----------------|
| | Adubação praticada | Soja kg/ha | Retorno (R\$)* | Adubação praticada | Soja kg/ha | Retorno (R\$)* |
| Safra 1999/2000 | | | | | | |
| 01 | 145 kg/ha 2-30-10 | 3669 | 9,12 | Só inoculação | 3803 | |
| 02 | 165 kg/ha 2-20-20 | 3050 | 7,52 | 50 kg KCl/ha + Inoculação | 3478 | 15,41 |
| 03 | 165 kg/ha 2-20-20 | 2730 | 8,01 | 150 kg/ha S. simples + Inoculação | 3084 | 10,15 |
| 04 | 227 kg/ha 4-20-20 | 3614 | 7,92 | 300 kg/ha S. simples + Inoculação | 3919 | 6,88 |
| 05 | 250 kg/ha 2-20-20 | 3937 | 7,41 | 150 kg/ha 2-20-20 + Inoculação | 3971 | 12,20 |
| Safra 2000/2001 | | | | | | |
| 06 | 200 kg/ha 2-20-20 | 4332 | 9,82 | 150 kg/ha Hiperfosf. + Inoculação | 4386 | 19,51 |
| 07 | 80 kg/ha S.simples + 80 kg/há 5-25-25 | 4062 | 15,75 | 160 kg/ha Hiperfosf. + Inoculação | 4260 | 25,33 |
| 08 | 162 kg/ha 2-20-20 | 4048 | 15,79 | 250 kg/ha Hiperfosf. + Inoculação | 3966 | 17,56 |
| 09 | 220 kg/ha 2-20-20 | 4092 | 9,30 | 230 kg/ha S. simples + Inoculação | 4092 | 11,64 |
| FONTE: Muzilli, 2001 (*) Retorno financeiro líquido obtido por unidade de moeda gasta com fertilizantes, estimado através da relação MB/Cad, onde: MB= Renda Bruta – Custos variáveis; Cad= Custo da adubação praticada | | | | | | |

Na maioria dos casos estudados os resultados evidenciam maior retorno financeiro líquido proporcionado pela adubação modificada, em relação à adubação tradicional usada pelos produtores, sem ter havido reduções de produtividade que comprometam a margem bruta auferida. Para que a avaliação comparativa não seja pautada em culturas ou safras isoladas, os resultados finais desses estudos de caso devem ser consolidados levando-se em conta a diversificação dos sistemas de produção e as alterações que ocorrem na fertilidade do solo ao longo do tempo.

COMO O PLANTIO DIRETO AJUDA NO CONTROLE FITOSSANITÁRIO?

CONTROLE DE PLANTAS INVASORAS

Os vegetais possuem uma série de compostos químico-orgânicos em sua constituição, chamados de compostos fenólicos. Esses compostos podem ter efeito positivo ou negativo (fitotóxico) para determinadas espécies de plantas. Os efeitos negativos são chamados de *alelopatia*.

No plantio direto, o acúmulo de palha na superfície ajuda a aumentar a concentração dos compostos fenólicos favorecendo, dessa forma, a *alelopatia* que ajuda a controlar as plantas invasoras.

CONTROLE DE DOENÇAS DO SOLO

Quanto maior e mais diversificada for a população microbiana do solo, maior será o seu potencial para promover a decomposição de agentes poluentes e maior será a probabilidade de predominarem organismos benéficos, que auxiliam no *controle biológico* das doenças.

Daí a importância da *biodiversidade*, pela rotação de culturas com plantas de cobertura (adubos verdes) em plantio direto.

MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS

As populações de insetos desenvolvem-se de acordo com as espécies de plantas, o ambiente e as relações de dependência na comunidade. A presença de quantidades abundantes de palha na superfície do solo permite criar um ambiente favorável à diversidade de espécies, com relações de dependência que levam ao equilíbrio natural das populações de insetos.

Os inimigos naturais encontram ambiente favorável em lavouras sob plantio direto e, nessas condições, o controle biológico das pragas tradicionais passa a existir. O não revolvimento do solo e a manutenção de palha na superfície favorecem a maior diversidade de insetos benéficos e outros organismos que agem como *inimigos naturais* das pragas.

VANTAGENS DA ADOÇÃO DO SISTEMA PLANTIO DIRETO

As avaliações técnico-científicas, somadas às observações práticas e à experiência dos agricultores permitem inferir os seguintes impactos e benefícios decorrentes da adoção do Sistema Plantio Direto no Paraná, quando este é praticado de forma adequada:

Aspectos agroecológicos:

- Controle mais eficiente da erosão hídrica ou eólica.
- Melhor proteção dos cursos d'água contra os riscos de assoreamento.
- Fortalecimento da matéria orgânica do solo, favorecendo a atividade biológica e a melhoria da fertilidade.
- Melhoria dos atributos físicos do solo pelo não revolvimento e manutenção dos resíduos vegetais sobre a superfície.
- Melhor gestão dos recursos solo e água, viabilizando a incorporação de terras de menor aptidão agrícola ao processo produtivo.

- Redução do uso de fertilizantes sintéticos, herbicidas e outros agroquímicos, com diminuição dos riscos de contaminação ambiental.
- Redução das emissões de gás carbônico, causadoras do "efeito-estufa" na atmosfera.

Aspectos socioeconômicos:

- Eliminação das operações de preparo do solo, com redução dos gastos com óleo diesel e aumento da vida útil dos tratores e equipamentos.
- Economia de tempo e maior flexibilidade nas épocas de semeadura, permitindo o plantio de áreas maiores em menos tempo e nos momentos mais apropriados.
- Economia nos gastos com agroquímicos, pelos benefícios da preservação da matéria orgânica e da ciclagem de nutrientes no solo.
- Economia de sementes, tempo e energia, por minimizar os riscos de replantio em áreas danificadas pela erosão ou devido à ocorrência de chuvas intensas logo após o plantio.
- Redução dos gastos com trabalho, energia e capital no controle de plantas invasoras, pragas e doenças.

- Melhor distribuição da mão-de-obra na propriedade durante o ano, com diminuição do desconforto e da penosidade do trabalho.
- Maior produtividade com diminuição dos custos de produção.

Maior flexibilidade e menores riscos pela diversificação agrícola dos sistemas de produção.

LITERATURA CITADA

ALCOVER, M. Rotação de culturas e sistemas de produção. In: IAPAR (Ed.). **Manual Agropecuário para o Paraná**. Londrina-PR, 1976, v. 1, p. 155-163.

CALEGARI, A. Manejo de adubação verde. Encontro Nacional de Rotação de Culturas, II, **Anais...** Campo Mourão-PR, agosto, 1992. p. 25-27.

CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISANI, E. A.; WILDNER, L. P.; COSTA, M. B. B.; ALCÂNTARA, P. B.; MIYASAWA, S. & AMADO, T. J. C. **Adubação verde no Sul do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro-RJ: AS-PTA, 1993.

CALEGARI, A. & PEÑALVA, M. **Abonos verdes**: Importância agroecológica y espécies com potencial de uso em Uruguay. Canelones, MGAP (JUNAGRA)-GTZ, junio 1994.

CALEGARI, A. Principais misturas recomendadas. In : Iapar/Itaipu Binacional (Ed.). **Informativo “Plantio Direto com Qualidade”**, n 2, Londrina-PR, jan./abr. 2001.

CASÃO JR., R. & SIQUEIRA, R. **Curso de mecanização agrícola**. Iapar/Itaipu Binacional, Projeto Plantio Direto com Qualidade, 2001.

COPETTI, E. Semeadoras para plantio direto. In: GRUPO PLANTIO DIRETO/FED. BRAS. PLANTIO DIRETO NA PALHA (Ed.). **Guia para Plantio Direto**, julho 2000.

GAUTRONNEU, Y. & MANICHON, H. **Guide methodique du profil cultural**. Gera-Ceref, Paris, 1987.

MEDEIROS, G. B. Diagramas Seqüenciais de Culturas. In : Iapar/Itaipu Binacional (Ed.). **Informativo “Plantio Direto com Qualidade”**, n. 5. Londrina-PR, jul./set. 2002.

MIYASAWA, M.; PAVAN, M. A. & FRANCHINI, J. C. Resíduos vegetais: Influência na química de solos ácidos. 1º Simpósio sobre Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas no Sistema Plantio Direto, **Anais...** Ponta Grossa-PR, 28-30 junho 2000.

MOTTA, C. A. P. Produção de sementes. In: IAPAR/ITAIPU BINACIONAL (Ed.). **Informativo “Plantio Direto com Qualidade”** n. 2, Londrina-PR, jan./abr. 2001.

MUZILLI, O. Princípios e perspectivas de expansão. In: IAPAR (Ed.). **Plantio Direto no Estado do Paraná**. Londrina-PR, 1981 (Circ. Tec. Iapar, 25).

MUZILLI, O.; VIEIRA, M. J.; ALMEIDA, F. L. S.; NAZARENO, N. R. X.; CARVALHO, A. O. R.; LAURENTI, A. C. & Fuentes Lanillo, R. **Comportamento e possibilidades da cultura do milho em plantio direto no Estado do Paraná**. Pesq. Agropec. Bras., Brasília-DF, 18 (1), 1983. p. 41-47.

MUZILLI, O. **A adubação verde como alternativa para a melhoria da fertilidade e racionalização do uso de fertilizantes**. Londrina-PR: Iapar, 1986 (Circ. Tec. Iapar, 68).

MUZILLI, O. O plantio direto como alternativa no manejo e conservação do solo. In: IAPAR-PARANÁ RURAL/SEAB. **Curso Básico para Instrutores em Manejo e Conservação do Solo**. Londrina-PR, 1991.

MUZILLI, O.; VIEIRA, M. J. & OLIVEIRA, E. L. Rotação de culturas em processos de plantio direto e convencional. Ensaio multifatorial de longa duração, Londrina-PR. In: IAPAR/Programa Manejo e Conservação do Solo e Água, 1994, **Relatório Técnico Anual** (Não publicado).

MUZILLI, O. Como racionalizar o uso de adubos químicos? In : Iapar/Itaipu Binacional. (Ed.) **Informativo “Plantio Direto com Qualidade”**, n.3, Londrina-PR, set./out. 2001.

PAVAN, M. A. Ciclagem de nutrientes e mobilidade de íons no solo sob plantio direto. **Revista Plantio Direto**, ed. esp., set./out. 1997.

REIS, E. M. Efeitos da rotação de culturas no controle de doenças de cereais de inverno. II Encontro Nacional de Rotação de Culturas. **Anais...** Campo Mourão-PR, 25-27 ago. 1992.

SORENSEN, W. & MONTOYA, L. J. Implicações econômicas da erosão do solo e do uso de algumas práticas conservacionistas no Paraná. **Bol. Tec. Iapar**, 21. Londrina-PR: Iapar, 1989.

SISTEMA FAEP



Rua Marechal Deodoro, 450 - 16º andar
Fone: (41) 2106-0401
80010-010 - Curitiba - Paraná
e-mail: senarpr@senarpr.org.br
www.sistemafaep.org.br



Facebook
Sistema Faep



Twitter
SistemaFAEP



Youtube
Sistema Faep



Instagram
sistema.faep



Linkedin
sistema-faep



Flickr
SistemaFAEP