

## Nota técnica 1

# Orientações para recuperação do solo gaúcho após enchente

Amparo técnico-científico nas diretrizes de recuperação de solo objetivando subsidiar técnicos, produtores e entidades ligadas à produção agropecuária para o restabelecimento do solo agrícola e das bases dos sistemas produtivos.

DEPARTAMENTO DE  
**SOLOS**  
**UFRGS**



**EMATER/RS**  ASCAR



GOVERNO  
DO ESTADO

**RIO  
GRANDE  
DO SUL**

SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA,  
PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL E IRRIGAÇÃO

## Orientações para recuperação dos solos gaúchos pós chuvas em maio de 2024

Quando as águas das enchentes ocorridas em maio de 2024 no Estado do Rio Grande do Sul baixaram, ficaram evidentes os danos causados pelo excesso de chuva e pelas inundações, que podem variar desde erosão intensa nas áreas mais declivosas até depósitos de sedimentos nas áreas mais planas. Trazer as terras agrícolas afetadas de volta aos níveis de produção pré-existentes depende, em grande parte, do tipo e do grau de danos, do tipo de solo e do manejo do solo a ser adotado onde os danos ocorreram. Embora a situação atual seja inédita, com base em experiências similares em outros locais e no conhecimento local em ciência do solo desenvolvido desde a década de 1960, pesquisadores do Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia da UFRGS vem, por meio desta nota técnica preliminar, iniciar sua colaboração para uma reparação das terras agrícolas danificadas, em parceria com a Secretaria da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação (SEAPI-RS). A partir desta, seguirão outras contribuições com recomendações mais detalhadas para a reparação das terras agrícolas danificadas pelo evento climático extremo de chuvas ocorridas no nosso Estado.

As enchentes colocam o solo no centro da cena e questões inevitáveis surgem: qual parte das áreas agrícolas está mais danificada? Quais práticas de manejo são adequadas para recuperar o solo? Qual o melhor uso para as diferentes áreas atingidas? Quanto tempo as diferentes áreas agrícolas da propriedade rural demorarão para retornar à produção?

Em solos de terras altas, e especialmente em áreas mais declivosas (localizadas em cotas maiores da bacia hidrográfica), o excesso de chuva pode ter ocasionado erosão severa, em sulcos ou em voçorocas. Na região das planícies de inundação e/ou regiões planas (localizadas em cotas menores da bacia hidrográfica, caracterizando os solos de terras baixas), os depósitos de sedimentos são comuns, com alta variabilidade na espessura da deposição (desde camadas de poucos centímetros até camadas de vários metros), na granulometria do sedimento (predominância de fração argila ou fração areia) e, conseqüentemente, nas características químicas do sedimento (mais ou menos enriquecido em nutrientes e elementos-traço).

Essas terras agrícolas precisam de reparos biológicos, físicos e químicos para a recuperação da fertilidade do solo antes de retornar à produção. Após o diagnóstico dos impactos ocorridos nas terras agrícolas, as tarefas de recuperação da fertilidade do solo devem ser organizadas e planejadas, considerando que cada situação requer uma análise detalhada. As práticas aconselháveis são várias e todas devem ter por base os princípios conservacionistas de alto aporte de biomassa vegetal para ativar a vida no solo, construir a estrutura física e restabelecer a disponibilidade de nutrientes e a ausência de elementos tóxicos às plantas. Algumas das práticas que podem ser necessárias são brevemente abordadas a seguir, em ordem de execução.

## Remoção de detritos orgânicos

Em alguns casos, as águas das enchentes deixam detritos orgânicos (como restos de plantas que foram arrastadas) sobre as áreas agrícolas planas e localizadas em cotas mais baixas. Outros itens como materiais de construção, barris, tanques e lixo variado também podem estar presentes. Assim que as condições do solo permitirem, deve-se começar a fazer uma avaliação destas condições e localizar onde os acúmulos desses detritos estão localizados.

Camadas de resíduos vegetais (livres de outros resíduos) com menos de 5 cm de espessura podem ser incorporadas ao solo. Com isso, deve ser considerado que poderá haver uma demanda adicional de nitrogênio para o cultivo posterior, causada pela decomposição destes resíduos vegetais no solo com grande quantidade de carbono. Quando a camada de resíduos vegetais tiver mais de 5 cm de espessura, pode ser necessário espalhá-los de forma a formar uma camada mais fina antes de incorporar ao solo. Os resíduos vegetais mais grosseiros ou camadas espessas de resíduos vegetais que não podem ser incorporados ao solo podem ter que ser removidos do local. Não deve-se colocar os resíduos das enchentes de volta para os rios.

## Remoção de depósitos de sedimentos

Tal como acontece com os resíduos vegetais, as águas das enchentes também depositaram grandes quantidades de sedimentos sobre os solos, especialmente nas áreas agrícolas planas e localizadas em cotas mais baixas. Esses sedimentos possuem uma composição diferente dos solos abaixo deles, podendo ser uma fração mais grosseira (por exemplo, areia) ou mais fina (por exemplo, silte e argila). A deposição de camadas menos espessas (menos de 5 cm) de material com predominância da fração silte ou da fração argila pode até mesmo ser benéfica, sobretudo se o depósito ocorreu sobre solos arenosos, possivelmente trazendo consigo nutrientes e matéria orgânica, melhorando a fertilidade do solo. Já deposições de sedimentos arenosos podem piorar a fertilidade do solo. Mapear a extensão, a espessura e o tipo dos depósitos de sedimento em um mapa pode auxiliar a determinar estratégias apropriadas de movimento e espalhamento.

Quando os depósitos de sedimentos são pouco espessos, a recuperação da terra com equipamento de preparo (revolvimento) do solo geralmente é possível e prática; importante para reiniciar ou iniciar sistemas de manejo conservacionistas como o sistema plantio direto. Depósitos de sedimentos mais espessos podem exigir espalhamento ou remoção, similar aos detritos orgânicos. Algumas orientações gerais são dadas a seguir, mas independentemente da situação, é muito importante que não haja tráfego de máquinas agrícolas sobre os solos úmidos, pois isso causaria compactação do solo, causando uma redução da capacidade de infiltração de água no solo. A tomada de decisão também deve levar em conta os cultivos que ainda podem estar presentes na área, evitando causar mais estresse às raízes das plantas que permanecem no local.

- Camada de sedimentos com menos de 10 cm de espessura: usar as operações normais de preparo do solo para incorporar esses sedimentos (aração e/ou gradagem). Em cultivos onde não ocorre usualmente o preparo do solo, deve-se avaliar se existe necessidade de incorporação dos sedimentos, o que depende da estrutura do solo abaixo dos sedimentos e da presença de poros na camada de sedimentos, pois é necessário que haja continuidade dos poros do solo para permitir a infiltração da água no solo.
- Camada de sedimentos com 10 a 20 cm de espessura: se possível, espalhar esses sedimentos para obter uma camada com menos de 10 cm e, assim, tratá-los como mencionado acima. Se a área coberta pelos sedimentos for muito grande para se espalhar todos os sedimentos e formar uma camada de menos de 10 cm de espessura, deve-se tratar a área como mencionado abaixo.
- Camada de sedimentos com mais de 20 cm de espessura: se deve avaliar o custo de mover os sedimentos para áreas de descarte ou de estocagem. Deve-se comparar os custos relativos à movimentação dos sedimentos com os custos de se parar de cultivar a área. Os sedimentos podem ser movidos para áreas próximas, mas nunca de volta para os rios.

Antes de iniciar o preparo do solo ou os esforços de movimentação dos sedimentos, deve-se avaliar atentamente a condição de umidade do solo. Os solos que foram inundados podem demorar muito tempo para diminuir a sua umidade, sobretudo em períodos de menor temperatura. Algumas áreas podem precisar de mais tempo para secar antes da implantação de culturas agrícolas ou do tráfego de máquinas agrícolas, pois isso pode compactar o solo e gerar um problema adicional. Se for necessário o tráfego de veículos pesados, deve-se limitar esse tráfego a faixas controladas que podem ser posteriormente descompactadas via aração, gradagem e/ou escarificação.

Em áreas cujos solos originais possuíam de textura média ou argilosa, recomenda-se a incorporação dos sedimentos a uma profundidade de pelo menos 1,5 vezes a espessura do sedimento original. Em áreas com solos arenosos a incorporação dos sedimentos deve ocorrer a uma profundidade equivalente ao dobro ou mais da espessura da camada de sedimentos.



## Amostragem e análise química do solo

A análise química do solo é fundamental para um bom manejo após o reparo físico inicial de terras erodidas ou alagadas. Após espalhar e/ou incorporar os sedimentos e/ou os detritos orgânicos, a composição do solo será alterada. Se tiver ocorrido erosão intensa, a camada de solo exposta terá constituição diferente da camada superficial perdida. Da mesma forma, a permanência do solo em condição de alagamento durante longo período de tempo, também pode alterar as suas características químicas. Portanto, deve-se fazer a amostragem e a posterior análise do solo separadamente para as áreas que tiveram diferentes quantidades de incorporação de sedimentos e/ou detritos orgânicos ou erosão do solo. A separação das áreas também deve contemplar diferenças de relevo, tipo de solo e histórico de uso e manejo.

Cada uma das áreas deve ser representada com pelo menos uma amostra de solo, composta por 10 a 20 subamostras. As subamostras são coletadas para compor a amostra final a ser entregue no laboratório de análise de solo, e devem ser misturadas homogêaneamente em um recipiente maior (como um balde, por exemplo), para posteriormente ser transferido cerca de 500g para um saco plástico com a identificação da respectiva amostra. O caminhamento da área para coleta das subamostras que irão compor a amostra deve ser realizado em zigue-zague, com a amostragem sendo realizada em regiões representativas. No caso de haverem manchas no terreno que não representam a condição predominante ou média da área, sugere-se que as subamostras não sejam coletadas nesses locais. Caso seja importante o conhecimento do que está causando tal mancha, é recomendado uma amostragem direcionada. Qualquer equipamento de coleta pode ser utilizado para a amostragem de solo, desde que não resulte em perda da camada superficial e/ou variação do volume de solo ao longo do coletor.

A camada de solo a ser coletada dependerá do impacto das chuvas na área e do manejo físico previamente realizado. Em áreas que sofreram com a erosão do solo, recomenda-se a amostragem da camada de 0-20 cm e, ocasionalmente (especialmente quando do cultivo de espécies com raízes mais profundas, como árvores) também a camada de 20-40 cm. Em áreas que receberam a deposição de sedimentos ou detritos, mas não houve a necessidade de operação de preparo prévia e vinham sendo conduzidas sem revolvimento do solo (plantio direto), sugere-se a camada de 0-10 cm e 10-20 cm. No caso de ter sido realizada operação de preparo do solo, devido ao depósito maior de sedimentos ou detritos orgânicos, sugere-se a camada de 0-20 cm e, quando do cultivo de espécies com raízes mais profundas, também a camada de 20-40 cm.

Em todas as situações, recomenda-se que a análise química do solo contemple as determinações de acidez (ativa e potencial) e disponibilidade de macronutrientes e micronutrientes às plantas, conforme metodologia determinada pela Comissão de Química e Fertilidade do Solo do Núcleo Regional Sul da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.

As recomendações de calagem e adubação e a aplicação de corretivos de acidez e fertilizantes (minerais ou orgânicos) devem ser realizadas apenas posteriormente à realização da análise química do solo, considerando os aspectos econômicos, ambientais e sócio-culturais, conforme a 11ª edição do Manual de Calagem e Adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (disponível em:

[https://www.sbcs-nrs.org.br/docs/Manual\\_de\\_Calagem\\_e\\_Adubacao\\_para\\_os\\_Estados\\_do\\_RS\\_e\\_de\\_SC-2016.pdf](https://www.sbcs-nrs.org.br/docs/Manual_de_Calagem_e_Adubacao_para_os_Estados_do_RS_e_de_SC-2016.pdf)).

## Compactação superficial do solo

O peso da água em si, e mesmo os depósitos de sedimento, não leva a altas pressões sobre o solo que poderiam causar o adensamento de uma camada superficial do solo. No entanto, a perda da estrutura física do solo pela ação do movimento das águas pode causar efeitos na superfície semelhantes à compactação do solo.

A ação do movimento das águas sobre solos submersos pode causar alterações na estrutura física da camada superficial do solo, com efeitos semelhantes à compactação do solo. Nestes solos pode se formar uma camada superficial muito densa e resistente à infiltração de água e à penetração das raízes das plantas. Se a camada tiver apenas um ou dois centímetros de espessura, o preparo do solo e o subsequente intemperismo e atividade biológica devem devolver a estrutura do solo novamente.



## Reparo de sulcos de erosão e voçorocas

Em áreas onde a velocidade da água foi maior, pode ter ocorrido erosão do solo, tanto na forma de erosão laminar ou entressulcos como na forma de sulcos e voçorocas, sendo removido uniformemente a camada superior do solo ou em até camadas maiores ficando exposto sedimentos grosseiros e/ou material de origem dos solos. A erosão na sua forma menos intensa, como a erosão entressulco e em sulcos mais rasos, pode ser reparada com o preparo do solo visando restabelecer ou iniciar sistemas de manejo conservacionista (baseado no mínimo revolvimento, cobertura do solo e diversificação de culturas), sempre procedendo-se o preparo do solo em nível e não no sentido “morro abaixo morro acima”. Já o reparo de erosões mais intensas, grandes sulcos, erosão em canais e voçorocas pode exigir equipamentos de terraplenagem e outras técnicas de recuperação. Deve-se avaliar a viabilidade ambiental e econômica para tapar os canais e voçorocas com solo, lembrando que é necessário após esse procedimento semear culturas para que as raízes propiciem maior estabilidade e construção do perfil de solo. Em áreas em que a avaliação não permita essa reconstrução, deverá ser realizada a estabilização das voçorocas para que não ocorra maior alargamento e aprofundamento. Essas medidas incluem práticas conservacionistas para reduzir o volume de água escoado sobre o solo que chega às voçorocas, bem como para reduzir o volume de água escoado dentro delas, desta forma, reduzindo o aporte de sedimentos. A estabilidade das voçorocas é baseada na não utilização da área para atividades agrícolas ou antrópicas, permitindo uma recuperação vegetal natural e/ou adicionando vegetação para sua estabilização.

Cabe destacar que independente da intensidade do processo erosivo, esta etapa de recuperação das áreas danificadas será uma oportunidade para os agricultores iniciarem ou melhorarem seu sistema de manejo do solo baseado em princípios de agricultura conservacionista. Na agricultura conservacionista, o sistema plantio direto é o sistema de manejo conservacionista que, juntamente com as práticas conservacionistas do solo e da água, irá manejar o excesso de água na lavoura e propiciar um maior armazenamento de água no solo. Além disso, nas propriedades em que há cursos d' água e Áreas de Proteção Permanente, é necessário que se recomponha essas áreas, permitindo a segurança das encostas, margens de rios e, assim, a segurança física e econômica da propriedade. A implementação de um bom manejo do solo e de práticas conservacionistas (por exemplo: construção de terraços, canal escoadouro, cordões vegetados, entre outros), juntamente com as APP's e dentro dos preceitos da agricultura conservacionista possibilitará uma adaptação aos eventos climáticos extremos (excesso de chuva e períodos de estiagens e secas).

## Boas práticas para as áreas danificadas

Os diversos tipos de terras possuem aptidões naturais para diversos usos, sendo dependente da declividade, da posição na paisagem e das características intrínsecas do solo (textura, variação da textura com profundidade, profundidade, presença de pedras ou cascalhos, entre outras). Enquanto algumas terras podem ser utilizadas intensamente com lavouras, outras terras somente podem ser utilizadas com pastagens ou reflorestamento e, ainda, algumas áreas não devem ter uso agrícola.

Neste momento, após o evento extremo de chuvas, quando os impactos devastadores do clima sobre as terras agrícolas ocorreram e que, segundo informações científicas, serão cada vez mais frequentes no futuro, é uma ocasião para se elaborar um adequado planejamento de uso das terras. Este planejamento deve considerar não somente a organização das propriedades agrícolas, mas também um planejamento conservacionista integrado entre propriedades vizinhas e dentro de bacias hidrográficas, sempre considerando os fluxos e disponibilidade de água para se adequar a períodos de excesso e de falta de água.

