

Estratégias de manejo para mitigação das emissões de gases de efeito estufa em áreas cultivadas com arroz irrigado

Tiago Zschornack¹, Estefânia Camargo¹ & Cimélio Bayer²

¹ Eng. Agrônomo(a), Doutor(a) em Ciência do Solo pelo PPG Ciência do Solo da UFRGS.

² Professor do Departamento de Solos da UFRGS.

De acordo com o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), a atividade agrícola é responsável por aproximadamente 50% das emissões de metano (CH₄) e de óxido nitroso (N₂O) em nível global. Todavia, é neste setor que estão as opções menos onerosas para a mitigação das emissões de gases de efeito estufa (GEE), sendo que estas normalmente estão em consonância com as políticas de desenvolvimento sustentável. A viabilização de estratégias capazes de mitigar as emissões de GEE no setor agrícola teria uma forte repercussão no Brasil, onde grande parte dessas emissões advém da atividade agropecuária, sobretudo em virtude da criação de ruminantes (CH₄) e pelo uso agrícola dos solos (N₂O). Considerando todo o território brasileiro, o cultivo de arroz irrigado participa com aproximadamente 2% das emissões totais de CH₄. A cultura do arroz no Brasil ocupa uma área de aproximadamente 2,4 milhões de hectares, sendo o estado do Rio Grande do Sul (RS) responsável por cerca de 45% desta área e 67% do arroz produzido no país. Essa condição, aliada ao sistema de irrigação por inundação permanente, empregado em praticamente toda a área orizícola do estado, torna o RS o principal responsável pela emissão de CH₄ proveniente do cultivo de arroz irrigado. O N₂O, cujo potencial de aquecimento global é quase 10 vezes maior do que o do CH₄, também merece importância em sistemas de produção de arroz irrigado, sobretudo quando as informações disponíveis quanto à emissão desse GEE ainda são incipientes.

Os estudos em áreas de arroz irrigado no RS foram iniciados em 2002 no município de Cachoeirinha com objetivo de avaliar o impacto de sistemas de cultivo (preparo convencional - PC, plantio direto - PD e cultivo mínimo - CM) nas emissões de GEE do solo. Nossos resultados, a

Práticas agrícolas alternativas às tradicionais têm potencial de mitigar a emissão de gases de efeito estufa em áreas cultivadas com arroz irrigado.

Práticas avaliadas	CH ₄	N ₂ O	PAG ¹	PAG/ Rendimento
			%	
Cultivo mínimo	-24	+29	-21	-25
Plantio direto	-21	-71	-23	-23
Supressão da irrigação ²	-48	+50400	-60	-54
Culturas alternativas ³	-97	+292	-87	-77

¹ Potencial de Aquecimento Global = (CH₄ x 25) + (N₂O x 298).

² Supressão da irrigação realizada entre os estádios V6-V8 e V8-V10. ³ Culturas alternativas: soja e milho.

após quase 10 anos de avaliação, apontaram reduções nas emissões de CH₄ superiores a 20% nos sistemas envolvendo o CM (também conhecido como preparo antecipado do solo) e o PD, em comparação ao sistema tradicional de preparo (PC). Ao converter as emissões de CH₄ e N₂O para uma base equiparável (CO₂ equivalente) através do potencial de aquecimento global (PAG) de cada gás, verificou-se uma diminuição nas emissões de GEE em torno de 22%, proveniente sobretudo da redução das emissões CH₄ do solo. Todavia, a redução nas emissões de GEE por uma determinada prática agrícola não pode levar à diminuição de produtividade do arroz. Nesse sentido, os sistemas CM e PD não afetaram negativamente o rendimento de grãos de arroz e foram capazes de reduzir em até 25% as emissões de GEE por kg de arroz produzido (PAG/Rendimento).

Posteriormente aos estudos envolvendo sistemas de cultivo, foram avaliados sistemas alternativos de manejo da

água (supressão da irrigação durante o cultivo do arroz) em relação ao manejo tradicional (lâmina de água contínua) em diferentes regiões orizícolas do RS. Os resultados apontaram que mesmo havendo um aumento significativo nas emissões de N_2O do solo pela supressão da água, principalmente durante o período de solo drenado, houve uma diminuição no PAG (-60%) pela expressiva redução nas emissões de CH_4 do solo, sendo este o principal GEE emitido em áreas cultivadas com arroz irrigado. Ao comparar o índice que avalia a quantidade de GEE emitida por kg de arroz produzido, observou-se que a supressão da irrigação foi capaz de reduzir as emissões em mais de 50% sem diminuir a produtividade do arroz.

Mais recentemente, estudos com foco na diversificação de culturas em áreas cultivadas exclusivamente com arroz irrigado foram conduzidos, avaliando-se o potencial da inserção

das culturas da soja e do milho, em rotação com o arroz irrigado, em mitigar as emissões de GEE. A introdução de culturas alternativas ao arroz reduziu consideravelmente (> 95%) as emissões de CH_4 do solo e, mesmo com o aumento dos fluxos de N_2O , o impacto do cultivo da soja e do milho em terras baixas na diminuição do PAG e do índice PAG/Rendimento foi positivo, comparativamente ao arroz irrigado.

Em síntese, apesar do impacto do cultivo de arroz irrigado nas emissões de GEE, já existem tecnologias disponíveis, e inclusive sendo adotadas pelos produtores, que podem contribuir para mitigação dessas emissões sem impactar negativamente na produtividade da cultura. O avanço da pesquisa nessa temática poderia perpassar pela dinâmica do carbono do solo em áreas arrojadas, avaliando-se também o impacto dos sistemas integrados de produção agropecuária em terras baixas.

Estimativa das perdas de solo em bacia hidrográfica utilizando a RUSLE e geoprocessamento

Joelma Divina Murliki¹ & Elemar Antonino Cassol²

¹ Eng.^a Agrônoma, Mestre em Ciência do Solo e atual doutoranda no PPG Ciência do Solo da UFRGS.

² Professor do Departamento de Solos da UFRGS.

A estimativa das perdas de solo por erosão hídrica é uma ferramenta que pode ser utilizada no planejamento de atividades agrícolas ou de gestão do uso e manejo de glebas de terra e até mesmo de unidades de monitoramento, como bacias hidrográficas. Uma alternativa para se estimar as perdas de solo é a utilização de modelos de predição da erosão hídrica do solo, sendo que um dos mais conhecidos e mais utilizados em âmbito mundial é a Equação Universal de Perdas de Solo (do original USLE, "*Universal Soil Loss Equation*"). A USLE foi concebida para estimar a perda de solo em parcelas, encostas ou glebas agrícolas.

Quando se trabalha com a unidade bacia hidrográfica geralmente se utiliza a Equação Universal de Perda de Solo Revisada (RUSLE), uma versão revisada para ser aplicada nesta condição.

Portanto, para estimar a perda de solo de uma bacia hidrográfica, utiliza-se este modelo de erosão projetada para computar a perda de solo por unidade de área por

unidade de tempo ($Mg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$), em longo prazo, sendo definida pela equação abaixo:

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P$$

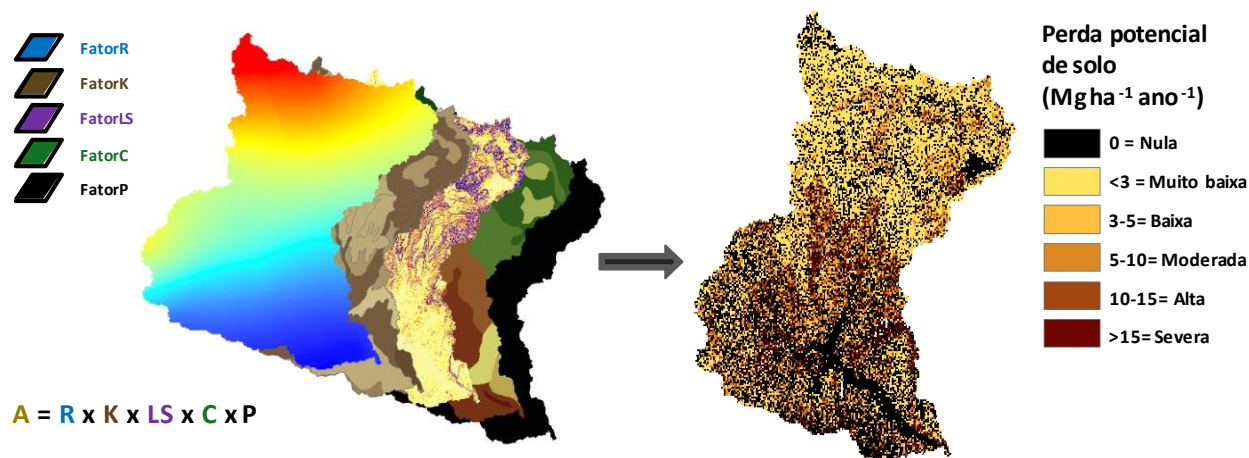
onde, A = estimativa de perda de solo por ação da erosão hídrica ($Mg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$); R = erosividade da chuva ($MJ\ mm\ ha^{-1}\ h^{-1}\ ano^{-1}$); K = erodibilidade do solo ($Mg\ ha\ h\ MJ^{-1}\ mm^{-1}\ ha^{-1}$); L = comprimento da rampa (adimensional); S = declividade do terreno (adimensional); C = uso e manejo do solo (adimensional) e P = práticas conservacionistas (adimensional).

O Fator R expressa a capacidade da chuva, em uma dada região, de causar erosão em uma área sem proteção. A erosividade da chuva deve ser calculada com base nos dados de precipitação registrados na área da bacia, ou o mais próximo possível desta, sempre dando preferência para registros com séries históricas de no mínimo 10 anos de observações.

O fator K indica a facilidade com que partículas de determinado solo são destacadas e transportadas. O valor da erodibilidade do

solo varia conforme as características de cada tipo de solo, sendo observados menores valores para solos com maior concentração

de argila, pois estes apresentam maior resistência ao processo erosivo.



Planos de informação derivados do MDE que representam os diferentes fatores da Equação Universal de Perda de Solo Revisada (RUSLE) e o mapa predito de perda do solo.

O fator topográfico (LS), que representa o comprimento do declive e o grau de declividade pode ser determinado indiretamente, utilizando-se *softwares* de geoprocessamento, como é o caso do *software* gratuito, de código aberto *System for Automated Geoscientific Analysis (SAGA-GIS)*, a partir de um MDE (Modelo Digital de Elevação). Utiliza-se o módulo "*Basic Terrain Analysis*" do SAGA para a extração dos parâmetros de análise do terreno ou índices de representação da paisagem.

O fator C é um dos mais importantes e é o fator que pode ser alterado pela ação antrópica. É o fator que o técnico pode lançar mão para manipular a equação e manter os níveis de perdas de solo dentro dos limites toleráveis. Pode ser obtido a partir de dados da bibliografia, sendo geralmente associado para cada uso do solo um fator C correspondente.

O fator P varia de 0 a 1, considerando-se valores que se aproximam de zero para a adoção de práticas conservacionistas complementares combinadas e 1 para a não adoção destas práticas.

A perda de solo em uma bacia pode

ser estimada pela multiplicação dos diferentes planos de informações representados pelos fatores da equação na forma de matriz numérica em softwares como ArcGis, conforme esquema acima.

A utilização combinada de ferramentas de geoprocessamento com a RUSLE pode auxiliar na tomada de decisão, bem como para o planejamento de ações de manejo e conservação do solo em uma bacia hidrográfica. Com a adoção dessa metodologia pode-se realizar o planejamento das atividades do ano agrícola e também ações que visem diminuir as perdas de solo em áreas consideradas prioritárias, no que diz respeito à implantação de práticas para o controle da erosão hídrica, fazendo com que estas perdas fiquem dentro dos níveis toleráveis. Trata-se de uma metodologia de fácil aplicação e que pode ser adotada por órgãos como comitês de bacias hidrográficas, COREDES, municípios e propriedades rurais, auxiliando no planejamento e na tomada de decisão para uma melhor gestão.

Avaliação expedita da degradação da vegetação ripária em função de atividades agropecuárias

Tiago Broetto¹, Carlos Gustavo Tornquist² & Julio Cesar Schneider³

¹Eng. Agrônomo, Doutor em Ciência do Solo pela UFRGS; ²Professor do Departamento de Solos da UFRGS; ³Graduando em Agronomia na UFRGS.

Atividades agropecuárias, como produção de grãos, suinocultura e bovinocultura leiteira, podem degradar a zona ripária (ZR) de bacias hidrográficas e, com isso, contaminar as águas superficiais dessas bacias. Nesse sentido, esse estudo objetivou determinar se a supressão da vegetação da zona ripária em bacias hidrográficas está relacionada ao uso e manejo do solo com essas atividades.

O trabalho foi realizado na região de Ibirubá, RS, utilizando uma abordagem simplificada, expedita. Dados relacionados à produção de grãos, suinocultura e bovinocultura leiteira foram obtidos em levantamentos de campo em todas as propriedades de sete bacias hidrográficas da região de estudo. Dados complementares relacionados à vegetação da ZR foram determinados com imagens de satélite de alta resolução e com apoio de ferramentas de geoprocessamento. Testes estatísticos de correlação foram realizados entre indicadores agropecuários e a supressão da vegetação da ZR, configurada na forma de área de preservação permanente

(APP), área consolidada e área a ser recuperada, conforme determina o Código Florestal Brasileiro (CFB), atualizado em 2012.

Os resultados mostraram que a degradação da vegetação da ZR está associada às atividades agropecuárias, em especial à agricultura, que é uma atividade que cresceu e se desenvolveu na região em detrimento da mata nativa, com a colonização da região a partir do ano de 1900. A suinocultura também apresentou-se associada com a degradação da vegetação da ZR, o que é muito preocupante do ponto de vista ambiental. Em muitas situações, os dejetos de suínos são aplicados em áreas degradadas junto aos cursos d'água, podendo contaminar facilmente as águas superficiais. Além disso, a expansão da suinocultura nas últimas décadas aconteceu em pequenas propriedades que não dispunham de área ambientalmente adequada para a atividade, e as instalações das pocilgas foram construídas em área de APP, contribuindo para a degradação da vegetação da ZR.

As atividades agropecuárias (agricultura, bovinocultura e suinocultura), em especial a agricultura para a produção de grãos, têm resultado na supressão da vegetação da zona ripária em bacias hidrográficas da região de Quinze de Novembro, RS.

Indicadores agropecuários/ambientais	Área de mata das bacias (%)	Área de APP 30 m consolidada (%)	Fração área APP 5 m degradada	Fração área consolidada a recuperar
Fração área agrícola Bacia	-0.98 * **	0.59	0.35	-0.04
Número de Suínos na bacia	-0.58	0.67 **	0.45	0.18
% da área das bacias com DLS	0.01	0.64	0.77 * **	0.68 **
Número de Bovinos na bacia	-0.45	-0.20	-0.34	-0.45
% da bacia que recebe bovinos	-0.10	0.63	0.69 **	0.57

* ** = Significativo a 5% e 10% de probabilidade de erro; * = Significativo a 10% de probabilidade de erro; APP = área de preservação permanente; DLS = dejetos líquidos de suínos.

Atualmente, a bovinocultura é uma atividade com alto potencial de degradação da vegetação da ZR na região, onde quanto maior a fração da bacia com essa atividade, maior a fração da área de APP com 5 m de largura que está degradada. Em muitas propriedades o curso d'água é a única fonte usada para dessedentação dos animais, que transitam livremente através das drenagens das bacias e causam assoreamento e degradação da ZR.

Ao final do estudo foi possível concluir que atividades agropecuárias, como produção de grãos, suinocultura e bovinocultura leiteira, estão associadas, em menor ou maior grau, à degradação da vegetação da ZR na região de Quinze de Novembro, RS. Esse diagnóstico se torna importante na tomada de medidas preventivas e curativas visando reduzir a degradação da ZR e o risco de contaminação de águas superficiais.