



## Demonstração dos balanços de nutrientes da exploração agrícola e à superfície do solo

- **AUTORES:** Laura Zavattaro, René Schils, Paul Newell-Price, Stanislav Hejduk.
- **DESCRIÇÃO:** Os balanços à exploração e à superfície do solo são cálculos efectuados com base em dados da exploração que fornecem provas dos fluxos de nutrientes numa exploração ou num campo. Têm em comum a abordagem, baseada num balanço de massa entre entradas e saídas de e para um sistema, e a possibilidade de destacar áreas para melhorar as práticas agrícolas e reduzir o seu potencial impacto ambiental, aumentando a eficiência da utilização dos recursos e reforçando a sustentabilidade da exploração.
- Um balanço de entrada e saída (FGB) é o cálculo de um balanço de entrada e saída de nutrientes (N, P e K) que contabiliza todas as entradas na exploração (sementes, fertilizantes e estrume, alimentos para animais, camas, animais vivos, fixação simbiótica de N, deposição...) e todas as saídas da exploração (produtos vegetais vendidos, incluindo feno e silagem, produtos animais, animais vivos ou mortos, estrume...). Uma vez que não tem em conta quaisquer fluxos internos de N dentro dos limites do sistema, este balanço é adequado para condições de solo em estado estacionário, mas também pode ser utilizado para destacar desequilíbrios que irão modificar parcialmente o estado do solo a médio ou longo prazo, ou que são susceptíveis de perdas e, por conseguinte, ameaçam a qualidade ambiental.
- Um balanço da superfície do solo (SSB) é o cálculo de um balanço de entrada-saída de nutrientes (N, P e K), tendo em conta todas as entradas num campo (sementes, fertilizantes, estrume aplicado, deposições directas de animais em pastoreio, fixação simbiótica de N, ...) e todas as saídas de um campo (rendimento das culturas e resíduos removidos, incluindo forragens pastadas), e sem ter em conta as alterações nas existências de solo. Por conseguinte, o SSB também pode indicar um possível excesso ou esgotamento de nutrientes que afectará a qualidade do solo, da água e do ar, de forma semelhante ao FGB.
- Ambos os balanços são calculados utilizando a informação disponível na exploração agrícola através de entrevistas e do acesso ao sistema de contabilidade agrícola, embora algumas entradas só possam ser estimadas utilizando dados regionais ou bibliográficos (por exemplo, deposição atmosférica) ou medições locais combinadas com tabelas normalizadas (por exemplo, fixação de N, forragens pastadas). Os dois balanços diferem nos seus limites de sistema e no pormenor espacial da informação que pode ser obtida. Ambos são indicadores normalizados utilizados para comparar sistemas agrícolas ao longo do tempo ou no espaço, e como instrumentos políticos.
- Alguns países adoptaram largamente estes dois balanços para avaliar a sustentabilidade das explorações agrícolas e orientar os agricultores para objectivos ambientais mais elevados, como é o caso dos Países Baixos. Nos Países Baixos, a ingestão de forragens pastadas é calculada através de um balanço energético (necessidades energéticas do efetivo com base na produção de leite/carne menos a energia dos alimentos comprados e a energia da silagem/feno colhida). Outros países (por exemplo, a Itália) calculam uma SSB para verificar a conformidade com a diretiva relativa aos nitratos, mas não utilizam o FGB como instrumento político. Uma versão modificada da SSB, em que o excedente é fixado em zero ou num valor baixo aceitável predefinido, é também frequentemente utilizada para calcular a quantidade de fertilizante necessária, como ferramenta de apoio à decisão para o planeamento da gestão dos nutrientes.



## Demonstração dos balanços de nutrientes da exploração agrícola e à superfície do solo

### • JUSTIFICAÇÃO:

A vantagem da utilização de balanços de nutrientes é o facto de fornecerem estimativas fáceis das perdas de nutrientes - notoriamente difíceis de medir ou estimar - utilizando registos de balanço que são relativamente fáceis de quantificar. Tanto os balanços de SS como os de FG são geralmente considerados bons indicadores da sustentabilidade ambiental das explorações agrícolas. Os balanços de massa estão na categoria dos indicadores de pressão, no sentido em que são métodos directos e eficazes para mostrar os danos potenciais de uma atividade agrícola para o ambiente. A abordagem do balanço de massa subjacente aos dois cálculos tem sido amplamente utilizada a vários níveis espaciais, incluindo à escala regional, nacional e continental.

O balanço entre entradas e saídas, tanto à escala das FG como das SS, pode ser positivo ou negativo. Um balanço positivo indica i) uma acumulação de reservas de nutrientes na exploração, geralmente nos solos da exploração, e/ou ii) uma perda de nutrientes da exploração. Os excedentes podem resultar na perda de nutrientes através de várias vias: Emissões gasosas de N (NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O e NO), N solúvel nas águas subterrâneas e superficiais (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> e N orgânico dissolvido), escoamento e lixiviação de P e K e acumulações ou imobilizações de NPK no solo. O balanço também pode ser negativo, o que indica um esgotamento das reservas internas, ou seja, geralmente significa uma perda de fertilidade do solo.



## Demonstração dos balanços de nutrientes da exploração agrícola e à superfície do solo

O FGB é um bom indicador das perdas ambientais quando os excedentes de nutrientes estão igualmente distribuídos pelos campos de uma exploração e todas as vias de perda de nutrientes estão linearmente relacionadas com o excedente de nutrientes. A análise de toda a exploração produz uma imagem da pressão ambiental expressa numa base de área, mas não permite uma compreensão pormenorizada dos seus efeitos internos. Tal pode ser conseguido através da descrição das componentes da exploração e, em particular, de cada componente do sistema de cultivo (por unidade de superfície). A SSB entra em pormenor nos campos individuais e fornece a carga líquida de N e P. Também neste caso, o teor de nutrientes do solo não é considerado, pelo que um balanço positivo pode indicar um aumento das reservas do solo- e não apenas perdas para o ambiente- e um balanço negativo pode indicar um esgotamento da fertilidade do solo. Podem ser calculados vários SSB numa exploração agrícola, por campo ou por sistema de cultivo. Em seguida, pode ser calculada a média dos SSB de todos os campos ou sistemas de cultivo (pro rata) para se obter uma panorâmica de toda a exploração. No entanto, este indicador para toda a exploração é conceitualmente diferente do FGB.



*Fig.1: A aplicação de lamas e de fertilizantes manufacturados são os principais fatores de produção de nutrientes na maior parte dos prados, enquanto os alimentos comprados podem ser um dos principais fatores de produção de nutrientes a nível da exploração agrícola. Fotos: Stanislav Hejduk*



## Demonstração dos balanços de nutrientes da exploração agrícola e à superfície do solo

- **MECANISMO DE AÇÃO:**

As equações-padrão para calcular os dois balanços são as seguintes

FGB = (NPK na compra: adubos, concentrados, forragens, animais vivos, estrume, cama de animais, sementes; fixação do N; deposição atmosférica) - (NPK na venda: animais vivos, produtos animais, estrume, culturas, resíduos de culturas, forragens)

SSB = (NPK em fertilizantes minerais, aplicações de estrume, estrume e urina de animais em pastoreio, deposição atmosférica, sementes, fixação de N) - (NPK em removido: rendimento e resíduos de culturas; forragens colhidas e pastadas)

No entanto, apesar de várias tentativas de normalização da equação, alguns elementos são por vezes ignorados, para simplificar os cálculos. Por exemplo, a deposição atmosférica é frequentemente omitida à escala da exploração agrícola. Alguns dados ao nível do campo e da exploração estão disponíveis através de sistemas de contabilidade nacionais ou regionais, mas se tal não for possível, é necessária uma entrevista para calcular tanto o FGB como a SSB. Algumas horas são geralmente suficientes para reunir os dados necessários da exploração, dependendo da sua complexidade. Um software ou folha de cálculo específico é também útil para normalizar os cálculos e os dados de referência derivados da literatura.



*Fig.2: A fertilização excessiva conduz à eutroficação das pastagens e das águas de superfície*  
Fotos: Stanislav Hejduk

# Demonstração dos balanços de nutrientes da exploração agrícola e à superfície do solo



## Potencial da aplicação da opção de gestão

Existem várias ferramentas que podem ajudar os agricultores a calcular um FGB ou um SSB. Alguns deles são comerciais, outros são gratuitos e fornecidos pelos serviços de extensão locais ou pelas autoridades públicas dedicadas a apoiar práticas agrícolas respeitadoras do ambiente. Dado que a maioria das entradas são também comuns ao Livro de Registo Agrícola, alguns programas informáticos dedicados ao registo dos aspectos económicos e técnicos das explorações agrícolas podem constituir a base para o cálculo desses balanços. Em geral, o agricultor necessita de algum apoio de um serviço de extensão para interpretar corretamente os resultados do cálculo e destacar as principais áreas a melhorar - campos individuais ou, de um modo mais geral, práticas agrícolas - em que é necessária uma intervenção.

Os agricultores devem receber todos os dados relativos às suas explorações, com todos os pormenores necessários para identificar as opções de gestão que podem ser introduzidas ou melhoradas. Além disso, uma prática útil é comparar o balanço da exploração com dados anónimos de outras explorações semelhantes, para que cada agricultor possa também ver a classificação da sua exploração no contexto de explorações semelhantes na zona (ou seja, avaliação comparativa).



## Considerações práticas

Nas explorações de pastagem, duas entradas são difíceis de quantificar, resultando em problemas específicos.

Uma é a deposição de NPK pelos animais em pastoreio. Infelizmente, há falta de dados sobre a deposição de estrume e excreção de urina, uma vez que varia notavelmente consoante a espécie animal, a raça, a idade, o peso, o estado, a nutrição e a gestão do pastoreio. Estão disponíveis alguns dados de referência para o N, mas o P e o K são geralmente ignorados. Consequentemente, uma importante entrada de nutrientes para as SSB não é geralmente quantificada com precisão suficiente.

Outra entrada importante, comum à FGB e à SSB, é a fixação biológica de N. De acordo com a literatura atual, esta pode fornecer nutrientes para a SSB. De acordo com a literatura atual, esta pode fornecer ao solo 10-300 kg de N, dependendo da espécie de leguminosa, da contribuição para o pasto, do tipo de solo e das condições meteorológicas. Numa mistura de gramíneas e leguminosas, a proporção de leguminosas deve ser avaliada. Além disso, a contribuição das leguminosas para um pasto pode variar consideravelmente entre anos e, no mesmo ano, consoante a estação do ano. Por conseguinte, qualquer medição deve ser repetida com frequência.

Se existirem níveis elevados de N mineral no solo, as plantas dependem desta fonte de N e a fixação de N é normalmente reduzida, uma vez que a fixação simbiótica é um processo que consome uma energia considerável. Por conseguinte, a contribuição exacta da fixação de N para a nutrição das pastagens só pode ser estimada.

Apesar das dificuldades em estimar estas duas entradas importantes, o método pode ser aplicado utilizando valores padrão, embora o utilizador deva estar consciente das potenciais imprecisões no balanço de nutrientes resultante.



## Apoio

É frequentemente necessário apoio externo para a introdução exacta dos dados e para a análise e interpretação dos resultados. Por conseguinte, um serviço de extensão local, público ou privado, seria de grande ajuda para a adoção desta boa prática.



# Demonstração dos balanços de nutrientes da exploração agrícola e à superfície do solo



## Exemplo de boas práticas

Um sistema de contabilidade (Avaliação Anual do Ciclo de Nutrientes - ANCA) que calcula o FGB e as SSB é obrigatório para quase todos os produtores de leite nos Países Baixos que entregam leite a uma empresa de transformação de lacticínios. Este sistema tem ajudado muitos agricultores a reduzir a utilização de fertilizantes minerais, a distribuir melhor o estrume pela área da exploração, a elaborar um mapa dos possíveis locais para onde o estrume em excesso pode ser transferido e a estabelecer objectivos para melhorar a gestão da exploração. Este sistema foi inicialmente utilizado para os balanços de N, foi alargado ao P e inclui agora também as emissões de gases com efeito de estufa.

O projeto de investigação Monitro, no Piemonte (Noroeste de Itália), introduziu com êxito um cálculo de folha de cálculo de SSB à escala do terreno em explorações piloto. A SSB incluía N, P e K, e o principal objetivo do projeto era sensibilizar os agricultores para as questões da gestão dos nutrientes. Está a ser desenvolvida uma nova versão gratuita na Web para uma utilização mais generalizada.

