



# Sbera

www.sbera.org.br

Sociedade Brasileira dos Especialistas em Resíduos das Produções Agropecuária e Agroindustrial | Novembro 2013 | Edição Nº 15

## Editorial

No mês de novembro aconteceu na cidade do Rio de Janeiro o Fórum Mundial de Ciência. Várias instituições brasileiras, entre elas MCTI, SBPC, CNPq e outras, redigiram um documento intitulado "Ciência para o Desenvolvimento Sustentável Global: Contribuição do Brasil". O documento está disponível na internet.

O documento pontua que entre os principais desafios da ciência no século XXI, nos contextos nacional e internacional, quatro temas transversais se destacam: (1) Educação em ciência; (2) Difusão e acesso ao conhecimento e interesse social; (3) Ética na ciência; (4) Ciência para o desenvolvimento sustentável e inclusivo.

Percebe-se que esses temas são inerentes aos objetivos de qualquer Sociedade Científica, mas difíceis de serem tratados no dia adia destas e aqui colocamos a discussão algumas razões para que isso ocorra: falta de uma formação humanista e, principalmente, filosófica dos pesquisadores; falta de interesse da comunidade científica em tratar e discutir temas mais amplos como ética na ciência e sua responsabilidade social; interesse exacerbado no "fator de impacto" da Revista e pouco interesse no impacto social de sua pesquisa e na relevância que ela pode ter para mudar desde pequenas realidades cotidianas da unidade produtiva até subsidiar leis e políticas; falta de um pensamento sistêmico e de pesquisas com real conteúdo multidisciplinar o que obriga o pesquisador a se relacionar com outras ciências e aprender com elas.

Falta é uma palavra, muitas vezes, ruim de ler, mas felizmente, as "faltas" listadas podem ser supridas. Para isso basta uma mudança de comportamento e postura científica, começando com cada um, o que levará a uma reação em cadeia, se espalhando por toda comunidade científica. Acreditamos que dessa forma, a chamada "era do conhecimento" não será marcada somente pelos avanços tecnológicos, mas também por uma maior inserção social da ciência, na qual ela não seja artigo de luxo para poucos, mas de uso cotidiano e considerada na tomada de decisão de todos.

A Sbera deve ser um fórum para discutirmos esses temas e como eles devem ser tratados, pesquisados e transmitidos à sociedade científica e em geral para que fundamentais avanços sejam conseguidos no manejo e gestão dos resíduos agropecuários e agroindustriais.

Em finais de ano temos o costume de fazer promessas logo esquecidas no início de janeiro. Então não façamos promessas. Façamos um pacto. Que 2014 seja um ano de intensa discussão científica e com relevância social, dentro e fora da Sbera. Para que em 2015, durante o IV Sigera, nas areias de Copacabana, possamos concluir que as discussões geraram muitos frutos para nossa Sociedade, para a Ciência e para o Brasil.

Um Feliz 2014 para todos, com muita paz, saúde e plena ciência.

**Diretoria da SBERA**

## A Pegada Hídrica e a Gestão dos Recursos Hídricos

O conceito da Pegada Hídrica surgiu em 2002 e guarda uma semelhança conceitual com a pegada ecológica e a de carbono. Em síntese, os indicadores do tipo pegada têm por objetivo dimensionar a interferência, influência ou pressão antrópica sobre um determinado recurso ou processo natural. Assim, em sua essência não são indicadores de impacto, mas de pressão sobre os recursos naturais.

Nesta linha, a pegada hídrica dimensiona a apropriação antrópica do recurso hídrico considerando os volumes de água consumido e potencialmente poluído. Ela também avalia esta apropriação ao longo de toda a cadeia produtiva, oferecendo uma visão mais ampla de como a água está sendo utilizada nestes processos produtivos.

Para se definir se uma pegada hídrica representa um impacto é necessário realizar uma avaliação de sustentabilidade que definirá se esta pegada ultrapassa os limites de resiliência no local e no momento em que ela ocorre. Assim, um primeiro ponto a ressaltar é que para usar a pegada hídrica como um indicador que auxilie na melhoria da gestão dos recursos hídricos a análise de sua sustentabilidade é mais importante do que seu valor absoluto.

Outro ponto é que, ao contrário do que possa parecer, a pegada hídrica não usa conceitos específicos para mensurar o uso ou consumo de água. Basicamente, mede-se o consumo de água em um processo exatamente como se faria para a geração de outros indicadores, mas o que difere é a forma como se contabiliza as entradas e saídas de água do sistema.

Além disto, diferencia-se a fonte de água como sendo azul (água de rios, lagos, aquíferos ou da captação direta da chuva) e a água verde (água disponível no solo para o uso das plantas). A água cinza corresponde ao volume de água necessário para diluir um determinado efluente até que ele retorne para padrões de qualidade aceitáveis.

Para a água azul e verde, consideram-se como geradores de pegada hídrica todos os processos que evaporem água, transponham a água de uma bacia para outra, lancem água no mar ou ainda que a incorporem em um produto. A pegada cinza é gerada quando um efluente é lançado em um corpo d'água com uma carga poluente que demandará água deste

corpo hídrico para sua diluição. Em ambos os casos a referência é a bacia e é preciso definir um determinado espaço de tempo para se fazer esta análise, o que confere à pegada hídrica um forte componente espaço-temporal.

Usando esta abordagem e seguindo a cadeia produtiva para dimensionar os volumes de água envolvidos nos processos, chega-se a números para a pegada hídrica bem diferentes dos obtidos pelos métodos tradicionais, já que estes métodos estão focados quase que exclusivamente em volumes de captação associados à fase final de produção.

A partir do momento que estes números foram divulgados a imprensa se utilizou deles de uma forma superficial e estritamente direcionada a causar impacto de mídia, criando duas reações básicas ao conceito de pegada hídrica: por um lado, muitas pessoas passaram a considerar estes números como verdades absolutas e a usá-los indiscriminadamente para exigir aumento de eficiência nos processos produtivos. Em contrapartida, outras pessoas começaram a criticar o conceito da pegada hídrica, alegando serem estes números fantasiosos.

Uma análise criteriosa e equilibrada do conceito e dos números obtidos mostra, entretanto, que os dois lados estão tendo uma visão parcial e limitada. A pegada hídrica, como todo indicador, tem suas qualidades e limitações e só é útil se for usado adequadamente. Se por um lado as médias globais servem para conscientização, somente os valores específicos gerados para uma determinada bacia e em um nível de detalhamento e escala espacial adequados poderão servir à melhoria da gestão dos recursos hídricos naquela bacia, que é um dos principais objetivos do uso do indicador.

Para os produtos agrícolas vale uma reflexão adicional sobre o uso da pegada hídrica. Como comentado acima, considera-se o consumo de água verde como um processo que gera pegada hídrica. Assim, calcula-se a evapotranspiração das culturas e contabiliza-se este valor como parte da pegada hídrica. Muitos questionamentos têm surgido em relação a contabilizar o consumo de água verde, geralmente alegando-se que esta água só pode ser consumida para este fim e que não seria necessário contabilizá-la.



Entretanto, os próprios agrônomos contabilizam a água verde ao calcular a demanda hídrica das culturas especialmente quando vão avaliar a necessidade de complementação desta demanda com irrigação. A indisponibilidade total ou parcial da água verde impõe a implementação de um sistema de irrigação para que se possa produzir e, portanto, conhecer este número é muito importante e ele tem uma importância efetiva nos processos produtivos.

Por outro lado, para avaliarmos se o consumo de água é excessivo ou insustentável, este consumo deverá ser comparado à disponibilidade de água no local de produção. Assim, o volume de água verde consumido deverá ser comparado à disponibilidade de água verde e o de água azul com a disponibilidade de água azul.

Apenas para uma referência geral, dos cerca de 104.000 km<sup>3</sup> de água que chega anualmente aos continentes via precipitação, 65.900 km<sup>3</sup> (63%) ficam disponíveis para nosso uso como água verde, ou seja, fica nos solos à disposição das plantas. A agricultura de sequeiro usa cerca de 4.950 km<sup>3</sup> deste total, ou seja, apenas 5%.

Já para a água azul usamos cerca de 4.000 km<sup>3</sup> para todos os nossos processos produtivos, incluindo irrigação de produtos agrícolas, processos industriais, geração de energia e consumo doméstico. Assim, a competição pela água azul é bem mais intensa que pela água verde, já que ela tem usos múltiplos e a água verde se destina exclusivamente ao uso das plantas. Assim, ao avaliar a pegada hídrica de um produto agrícola é mais importante considerar o tamanho relativo das componentes azul e verde, do que seus valores absolutos e quanto mais 'verde' for a pegada de um produto agrícola, melhor!

Um corolário desta conclusão é que ao usar o conceito da Pegada Hídrica como um indicador comparativo (com seus devidos cuidados) ficam óbvias as vantagens competitivas dos produtos agrícolas de países como o Brasil, que possuem uma grande disponibilidade de água verde e azul, com a maior parte de sua produção agrícola sendo implementada sem a necessidade de irrigação.

Ainda assim, quando a irrigação é necessária, o Brasil tem inúmeras possibilidades de combinação do local de produção e da cultura escolhida para que esta

irrigação não exerça pressão sobre a disponibilidade de água para outros usos, ao mesmo tempo em que ela gera aumento de produtividade.

Vale ressaltar aqui que o uso da irrigação não necessariamente aumentará a pegada hídrica de um produto agrícola, pois um sistema de irrigação eficiente e bem planejado poderá aumentar substancialmente a produtividade. Como a pegada hídrica de um produto agrícola é calculada em m<sup>3</sup>/ton (ou unidade) do produto, quanto maior for a produção por volume de água consumido, menor será a pegada hídrica deste produto, ainda que o volume absoluto de água usado aumente.

Em conclusão, podemos dizer que a pegada hídrica é um indicador que pode auxiliar a gestão dos recursos hídricos quando usado da forma adequada, respeitando suas características e limitações. Para o setor agrícola, o uso do conceito pode realçar vantagens competitivas de produtos agrícolas de países como o Brasil, já que temos mais disponibilidade de água azul e verde. Implementando melhores práticas agrícolas e sistemas de irrigação eficientes podemos aumentar nossa produtividade reduzindo a pressão sobre os recursos hídricos, dois fatores que irão se refletir positivamente no valor e na qualidade da pegada hídrica dos nossos produtos agrícolas, em níveis que posso afirmar poucos países do mundo poderão nos igualar.

**Albano Araújo**

Coordenador de Conservação de Água Doce  
do Programa de Conservação da Mata Atlântica  
e das Savanas Centrais da The Nature Conservancy (TNC)  
aaaraujo@tnc.org

## Como regulamentar a disposição de resíduos agropecuários e agroindustriais no solo?

O Brasil necessita urgentemente de uma legislação moderna, eficiente e pautada pelos melhores critérios técnicos para regulamentar a disposição dos resíduos agropecuários e agroindustriais no solo. Provavelmente, esta sentença reflete o pensamento dos técnicos e pesquisadores que atuam nesta área, quando nos deparamos com as legislações que temos atualmente em vigor em nosso país. Algumas propostas de regulamentação tem surgido nos últimos anos sobre o tema, no entanto, há que se verificar se estas trazem avanços para a gestão ambiental dos resíduos orgânicos ou se apenas trazem mais normas carentes de respaldo técnico.

Se tomarmos, por exemplo, a Instrução Normativa nº 11 da FATMA/SC, que determina a capacidade de alojamento de animais em uma granja produtora de suínos em função da disponibilidade de área agrícola para reciclagem dos dejetos de suínos como fertilizantes, verificamos que não há qualquer critério técnico que justifique a limitação da aplicação de 50 m<sup>3</sup>/ha/ano de dejetos de suínos no solo. Considerando que existe uma grande variabilidade na composição dos dejetos em função da categoria animal alojada, dieta e, principalmente, quanto ao consumo ou desperdício de água na granja, a dose fixa de 50 m<sup>3</sup>/ha/ano pode significar um aporte de nutrientes ao solo muito baixo ou até mesmo muito alto, dependendo das características do efluente.

Sabemos que este tipo de legislação foi proposta em um momento em que havia poucas informações disponíveis sobre a composição dos dejetos gerados nas granjas de produção de suínos, e que este critério trás em si uma margem de segurança para o órgão ambiental regulador. Mas não é possível deixar de constatar que uma dose fixa, baseada em um volume pré-determinado e não na composição química do efluente e no seu potencial fertilizante, é incorreta e injustificável tecnicamente. Além disto, limita a capacidade e a responsabilidade dos profissionais da área em prescrever doses corretas de aplicação de resíduos orgânicos ao solo com base no conhecimento técnico e científico que temos a disposição.

No Mato Grosso do Sul, está em vigor um programa de auto-monitoramento da qualidade do solo para a suinocultura. A proposta de um plano de

monitoramento trás por si só um avanço, que é a geração de dados georreferenciáveis acerca da situação dos solos sob adubação com os efluentes na suinocultura. No entanto, quando se propõe um plano de monitoramento é necessário ponderarmos se o plano é exequível, viável economicamente e se a informação a ser gerada será de alguma forma útil e respaldada tecnicamente. A proposta trás consigo a exigência da descrição do tipo de solo que recebe aplicação de dejetos de suínos e a realização de testes de "capacidade máxima de retenção de umidade", "teste de permeabilidade" e a determinação do "coeficiente de infiltração", além do monitoramento semestral dos valores de pH, Cobre, Zinco, Nitrogênio Total, Fósforo e Potássio disponíveis, nas camadas de 0-30 e 50-80 cm do solo em uma malha de amostragem que varia conforme o tamanho da área sob monitoramento.

Apesar de em um primeiro momento o plano de monitoramento parecer adequado por abranger vários indicadores de fertilidade e qualidade do solo que são comumente impactados em áreas com histórico de adubação frequente com dejetos de suínos, uma análise mais criteriosa indica a sua inviabilidade e a falta de critérios técnicos que o norteiem. A amostragem de solo semestral pouco contribui para o entendimento do processo de poluição do solo ou lençol freático a partir dos parâmetros analisados, visto que para elementos com elevada mobilidade no solo, como é o caso do nitrogênio em suas formas minerais nítricas (NO<sub>3</sub>/NO<sub>2</sub>), a frequência de amostragem é muito baixa para captar a dinâmica e percolação deste elemento no solo. Já para elementos como o fósforo, cobre e zinco, que tem baixa mobilidade no solo e se acumulam com o tempo, as amostragens semestrais são excessivas. Além disto, a amostragem de solo na camada 50-80 cm de profundidade apenas onera o plano de monitoramento sem trazer ganho de informação além das quais podemos obter com a amostragem superficial do solo (0-30 cm) para os indicadores sugeridos.

Chama também à atenção a exigência do monitoramento de indicadores que são inócuos para o objetivo da proposta: sabemos que o pH do solo é extremamente tamponado e que mudanças



significativas a partir da aplicação de dejetos no solo não são esperadas em curto espaço de tempo; os teores de nitrogênio total no solo também não traz nenhuma informação relevante para o plano de monitoramento, visto que mudanças nos estoques de nitrogênio total tem estreita relação com as mudanças nos estoques de carbono orgânico (matéria orgânica) do solo e que o acúmulo de carbono/nitrogênio ocorre, preferencialmente, nas camadas mais superficiais do solo e taxas muito lentas para terem alguma relevância para o plano de monitoramento. Ainda, o aumento dos teores de carbono orgânico e nitrogênio total do solo são na verdade indicadores de um bom manejo e melhoria da qualidade do solo e não indicadores de poluição, como se esperaria em um programa de monitoramento com os objetivos a que este se propõe. Desta maneira, a implementação de uma proposta como está seria ineficiente do ponto de vista ambiental e apenas traria mais custos ao produtor rural que ficaria obrigado a executá-la.

Se verificarmos as legislações de outros países, principalmente os europeus, que tem algumas das diretrizes ambientais mais restritivas do mundo quanto à aplicação de resíduos orgânicos no solo, podemos extrair bons exemplos para balizarem as nossas futuras regulamentações, embora a simples cópia tampouco seja aconselhável. Na Holanda, a aplicação de dejetos de animais é proibida durante os meses do outono e inverno. Os dejetos também devem ser armazenados e aplicados no solo utilizando tecnologias que minimizem as emissões de gases e mau odor (a distribuição superficial dos dejetos no solo é proibida). Além disto, visando atender as diretivas europeias de qualidade da água subterrânea, a aplicação de Nitrogênio é limitada a 170 kg N/ha/ano (via dejetos) e 350 kg N/ha/ano (via dejetos e fertilizantes minerais), enquanto que a dose máxima permitida de Fósforo é de 100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha/ano (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>= Px2,29). Estas doses também são condicionadas às necessidades nutricionais das culturas que serão adubadas, podendo ser menores do que esses limites.

No entanto, precisamos considerar que estas limitações estão fortemente relacionadas às condições de solo e clima daquele país. A proibição da aplicação de fertilizantes durante o outono e inverno

se deve ao clima frio da região, onde as áreas agrícolas ficam em pousio e cobertas de neve durante este período. Considerando o clima tropical que temos no Brasil, tal proibição seria absurda em nosso país. Já a limitação através de doses fixas de Nitrogênio e Fósforo pode fazer sentido em um país pequeno como a Holanda, que tem uma variedade limitada de culturas agrícolas que podem ser cultivadas devido suas restrições climáticas.

No Brasil, onde temos uma grande variedade de solos, clima e culturas agrícolas, definir doses máximas fixas de aplicação de nutrientes pode ser uma estratégia equivocada. Para ilustrar esse raciocínio, podemos comparar as recomendações de fertilização nitrogenada para a cultura do milho, que normalmente fica abaixo dos 200 kg N/ha, com a demanda de nitrogênio de uma pastagem perene de Tifton, que em condições de clima e manejo favoráveis, pode responder a doses superiores a 600 kg N/ha/ano.

Neste sentido, uma boa estratégia para a formulação das legislações necessárias para regulamentar a aplicação de resíduos orgânicos no solo é nos valermos do conhecimento técnico-agronômico já existente no Brasil. Atualmente, temos recomendações de adubação orgânica específicas para as condições de solo, clima e culturas agrícolas das diferentes regiões do país. Estas recomendações podem e devem ser usadas para prescrever doses de aplicação dos diferentes resíduos orgânicos ao solo que deverão ser adequadas tanto do ponto de vista agrônomo quanto ambiental. Assim, uma legislação que associe a responsabilidade técnica de um profissional habilitado e capacitado para prescrever um plano de adubação com resíduos orgânicos a um programa de monitoramento de qualidade do solo embasado tecnicamente, é a melhor opção para regulamentar este tema no Brasil. O plano de monitoramento, neste caso, além de ser um indicador de qualidade ambiental útil para a fiscalização pelos órgãos ambientais competentes, serviria para o próprio técnico verificar a qualidade do seu programa de adubação, podendo realizar ajustes em função dos resultados obtidos.

Um bom plano de monitoramento deve, portanto, abranger apenas os indicadores sensíveis e úteis para balizar a tomada de decisão dos técnicos



responsáveis (e do órgão ambiental competente) quando alguma medida mitigadora da poluição deva ser implementada, evitando custos desnecessários e também resultados de difícil interpretação. Em um parecer técnico que está sendo elaborado por pesquisadores de diversas instituições de pesquisas sediadas no Estado de Santa Catarina (EMBRAPA, UDESC, UFSC e EPAGRI), a adoção de recomendações agrônômicas oficiais de adubação (Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, CQFS-RS/SC, 2004), e um plano de monitoramento da qualidade do solo estão sendo propostos como critérios orientadores de uma nova resolução do CONSEMA/SC que regulamentará a disposição de resíduos agropecuários e agroindustriais nos solos daquele Estado. Neste plano de monitoramento, estabeleceu-se a necessidade de coletas georreferenciadas de solo em uma malha mínima de amostragem de 10 hectares e a cada quatro anos nas áreas que recebem aplicações frequentes de resíduos orgânicos, onde as concentrações de alguns elementos na camada 0-20 cm do solo serão utilizadas como indicadores de qualidade do solo. Para áreas que recebem a aplicação de dejetos de suínos, por exemplo, os elementos indicadores serão o Fósforo, o Cobre e o Zinco. Estes elementos foram escolhidos por serem pouco móveis e por se acumularem nas camadas superficiais do solo quando as taxas de remoção e exportação desses nutrientes pelas plantas forem menores do que as taxas de aplicação, o que reflete o histórico de adubação aplicada em uma determinada área. O Nitrogênio mineral ( $\text{NO}_3$ ), embora relevante em áreas onde haja aplicação de dejetos de suínos, foi preterido deste plano de monitoramento em função das razões já expostas anteriormente. Para os micronutrientes Cobre e Zinco, o plano ainda não estabelece limites máximos aceitáveis de concentração destes elementos no solo, visto que estes ainda não foram definidos pela pesquisa para os diferentes tipos de solo do Estado de Santa Catarina.

No entanto, o plano estabelece que medidas mitigatórias que promovam a redução dos teores de Fósforo disponível no solo devem ser obrigatoriamente propostas pelo responsável técnico e executadas pelo produtor rural quando os teores deste nutriente extrapolam um limite pré-

determinado pela legislação. Estes indicadores foram propostos em função das características dos efluentes gerados pela suinocultura, mas outros poderão e deverão ser incluídos em função do tipo de resíduo aplicado, como é o caso do Potássio nas áreas que recebem aplicação de vinhaça da cana-de-açúcar, ou metais pesados (Cádmio, Chumbo, entre outros) em áreas onde há disposição de efluentes de estações de tratamento de esgoto urbano, por exemplo.

Esta proposta de regulamentação representa um importante avanço para o manejo dos resíduos da produção agropecuária e agroindustrial no Estado de Santa Catarina nos termos do que é feito atualmente. No entanto, precisamos ter a ciência que este tipo de diretiva deve ser revisada periodicamente a fim de mantê-la atualizada em relação aos mais recentes avanços científicos sobre o tema e também corrigir eventuais desvios que eventualmente surgirem, visto que nenhuma legislação é perfeita e abrange todas as situações possíveis. Apesar disto, ao nos balizarmos por critérios técnicos apropriados, a margem de erro é reduzida e os impactos ambientais da disposição destes resíduos ao solo são minimizados. Com isto em mente, podemos avançar na sustentabilidade das atividades agropecuárias através do manejo racional dos resíduos orgânicos como fontes alternativas de nutrientes para a agricultura brasileira, dando destino adequado a estes resíduos, reduzindo custo de produção e a dependência do país da importação de fertilizantes minerais.

**Rodrigo da Silveira Nicoloso**

*Pesquisador da Embrapa Suínos e Aves*

*Membro do Conselho Científico para Agricultura Sustentável*

*rodrigo.nicoloso@embrapa.br*

## Eventos

III Simpósio em Produção Animal e Recursos Hídricos - III SPARH. 20 e 21 de Março de 2014, São Carlos-SP.  
<http://www.cppse.embrapa.br/III-sparh>

IV Seminário Brasileiro de Gestão Ambiental na Agropecuária. 24 a 25 de Abril de 2014, Bento Gonçalves-RS.  
<http://www.fiema.com.br/2014/eventos-simultaneos/5>

*Para informações sobre outros eventos acesse: <http://www.sbera.org.br/pt/eventos/>*

*Para divulgar eventos envie um e-mail com o link do evento para [contato.sbera@gmail.com](mailto:contato.sbera@gmail.com)*



**Editores: Airton Kunz e Julio C. P. Palhares. Editoração: Valesta Guero.**