



Produção Animal e Recursos Hídricos

Volume 1

Julio Cesar Pascale Palhares
Organizador



Embrapa

Julio Cesar Pascale Palhares

Organizador

Alec D. Mackay
Alexandre M. Pedroso
Ana Paula Oeda Rodrigues
André Gustavo Nave
Estelle J. Dominati
Fabiano Turini Farah
Fernanda Helena Martins Chizzotti
Fernando Henrique Franco Lamonato
Giovanni Vitti Moro
Gustavo J. M. M. de Lima
João Luis dos Santos
Julio Cesar Pascale Palhares
Laura Franco Prados
Lícia Maria Lundstedt
Luís Ferreira
Luiz Fernando Costa e Silva
María Alejandra Herrero
Mario Luiz Chizzotti
Naiana E. Manzke
Paulo Armando V. de Oliveira
Polyana Pizzi Rotta
Ricardo Ribeiro Rodrigues
Rodrigo da Silveira Nicoloso
Ronaldo Eduardo Vibart
Sebastião de Campos Valadares Filho
Sergius Gandolfi

Autores

Produção Animal e Recursos Hídricos

Volume 1



Produção animal e recursos hídricos / Julio Cesar Pascale Palhares
(organizador). – São Carlos : Editora Cubo, 2016.
183 p.

v. 1
Português
ISBN 978-85-60064-67-0

1. Água. 2. Efluente. 3. Legislação. 4. Nutrição animal. 5. Resíduos.
6. Tratamento. I. Palhares, Julio Cesar Pascale, org.

Capa, projeto gráfico, revisão e diagramação

Modelo de gestão e de licenciamento ambiental para a suinocultura brasileira

Rodrigo da Silveira Nicoloso, Paulo Armando Victória de Oliveira

Pesquisadores da Embrapa Suínos e Aves
rodrigo.nicoloso@embrapa.br; paulo.armando@embrapa.br

A suinocultura é com frequência vista como uma atividade altamente poluidora do ambiente. Essa opinião se destaca principalmente no meio urbano, cuja população está cada vez mais afastada do meio rural e onde as informações sobre essa atividade, em geral, chegam incompletas e, muitas vezes, infladas de preconceito. A suinocultura, nas décadas de 1970/1980, desenvolveu-se como atividade econômica, sobretudo, em pequenas propriedades com mão de obra familiar e baixo nível tecnológico. Naquele momento, as preocupações ambientais ficavam em segundo plano em relação à necessidade de aumento da produtividade animal, melhoria das condições sanitárias dos rebanhos e da lucratividade da atividade. À medida que a economia foi se globalizando e as unidades de produção de suínos foram crescendo em escala, a questão ambiental passou a ter papel de destaque nos fóruns de discussão sobre a suinocultura brasileira, tendo em vista a crescente demanda por sistemas de produção mais sustentáveis.

As pesquisas lideradas pela Embrapa, universidades e instituições de pesquisa brasileiras desenvolveram tecnologias para reduzir o consumo de água e a produção de dejetos nas granjas. A melhoria na nutrição, na ambiência e na sanidade dos rebanhos contribuiu com uma melhor conversão alimentar, o que reduziu a excreção de nitrogênio, fósforo, potássio e outros nutrientes nos dejetos. Além disso, foram atualizadas as recomendações de adubação e foram desenvolvidas novas tecnologias de aplicação dos fertilizantes orgânicos ao solo, que melhoram a eficiência agrônômica e mitigam os impactos ambientais da reciclagem desses resíduos na agricultura, assim como tecnologias para o manejo e tratamento dos efluentes da suinocultura, que visam à redução do potencial poluidor dos dejetos e à geração de coprodutos de interesse econômico, notadamente fertilizantes orgânicos e energia. Dessa forma, várias tecnologias estão, atualmente, disponíveis e validadas para aplicação e uso no setor produtivo.

No entanto, duas perguntas são recorrentes quando se discute suinocultura e meio ambiente: Qual é a solução para o problema ambiental da suinocultura? Qual é a melhor tecnologia para resolver o problema dos dejetos suínos? A resposta é complexa e não existe uma única solução para essas questões, pois para cada propriedade existe um arranjo tecnológico mais adequado. Portanto, o que existe são tecnologias que apresentam aplicações e limitações específicas que devem ser adotadas de acordo com as características e necessidades específicas de cada granja. A gestão ambiental adequada de uma granja de suínos depende, portanto, de um trabalho conjunto de técnicos e produtores rurais visando à seleção e uso de um arranjo tecnológico mais apropriado de acordo com a demanda e necessidade da granja. No entanto, há que se reconhecer que, devido à grande variabilidade observada nos sistemas de produção de suínos e nas condições de solo, clima, relevo e estruturas fundiárias existentes no Brasil, a escolha de uma tecnologia pode ser uma decisão bastante complexa de ser tomada por técnicos e produtores.

Nesse sentido, a Embrapa Suínos e Aves desenvolveu um modelo de apoio à tomada de decisão, baseado nos resultados gerados pela pesquisa, que está disponível para técnicos, produtores rurais e órgãos ambientais e que possibilita a gestão ambiental da suinocultura de acordo com as demandas das propriedades rurais e também dos órgãos ambientais que regulamentam essa atividade no Brasil. O modelo envolve os critérios técnicos necessários para determinar a capacidade de alojamento de animais em uma granja de suínos a partir do consumo de água, produção de dejetos e de excreção de nutrientes pelos animais, demanda de nutrientes nas áreas agrícolas, eficiência de remoção e/ou segregação de nutrientes nos sistemas de armazenamento e/ou tratamento de efluentes. Além disso, o modelo também estabelece um plano de monitoramento da qualidade do solo nas áreas agrícolas licenciadas para aplicação dos fertilizantes orgânicos. Esse modelo foi adotado de forma pioneira como base técnica para a atualização da IN11/2014 (FATMA), que regulamenta o licenciamento ambiental da suinocultura no Estado de Santa Catarina. Espera-se que esse modelo seja difundido para outros Estados produtores de suínos, padronizando os procedimentos para a gestão ambiental da suinocultura e também os processos de licenciamento da atividade em todo o país. A seguir, discutiremos brevemente os critérios técnicos adotados nesse modelo de gestão ambiental da suinocultura.

1. CONSUMO DE ÁGUA E PRODUÇÃO DE DEJETOS

A Embrapa vem desenvolvendo modelos matemáticos capazes de determinar, com boa precisão, o consumo de água e a produção de dejetos e de nutrientes nas unidades de produção de suínos, tendo como objetivo a geração de cenários como ferramenta de auxílio na tomada de decisão por produtores e técnicos. Na Tabela 1, são apresentados o consumo de água, a produção de dejetos e a excreção de nutrientes de acordo com os diferentes sistemas de produção de suínos. Os dados que compõem a tabela foram compilados e validados a partir dos resultados de pesquisa desenvolvida no Brasil.

Pode-se observar que houve uma redução nos valores do volume de dejetos produzidos pelos suínos em relação aos adotados pela antiga Instrução Normativa da FATMA (IN11/2004) para o licenciamento da suinocultura no Estado de Santa Catarina. Podemos citar como exemplo o valor de 7 L de dejetos/suínos/dia produzidos em unidades de crescimento e terminação (OLIVEIRA, 1993), que era usado como referência nos projetos para o dimensionamento de unidades de armazenamento ou tratamento. Porém, atualmente, com a adoção das boas práticas de produção e o uso de uma gestão mais eficiente da água e do manejo dos dejetos, reduziu-se o volume de dejetos produzidos para 4,50 L de dejetos/suínos/dia. Os valores citados na Tabela 1 foram obtidos em trabalhos de pesquisa realizados

Tabela 1. Consumo de água, produção de dejetos e excreção de nutrientes de acordo com o sistema de produção de suínos.

Sistema de produção	Unidade	Água	Dejetos	Excreção de nutrientes		
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O
		-- L animal ⁻¹ dia ⁻¹ --		----- kg animal ⁻¹ ano ⁻¹ -----		
U.P. Ciclo Completo ¹	matriz	72,90	47,10	85,70	49,60	46,90
U.P. Leitões Desmamados ²	matriz	27,80	16,20	14,50	11,00	9,60
U.P. Leitões ²	matriz	35,30	22,80	25,70	18,00	19,40
U.P. Leitões em Creche	leitão	2,50	2,30	0,40	0,25	0,35
U.P. Suínos em Terminação ³	suíno	8,30	4,50	8,00	4,30	4,00
Wean-to-finish (single stock)	suíno	10,80	6,80	8,40	4,55	4,35
Wean-to-finish (double stock)	suíno	6,65	4,55	4,40	2,40	2,35

N- Nitrogênio, P₂O₅- Pentóxido de Fósforo, K₂O- Óxido de Potássio.

¹Considerando 2,35 partos por matriz alojada por ano, a produção de 28 leitões por matriz alojada por ano e 12 suínos terminados por matriz alojada por ano; ²Considerando 2,35 partos por matriz alojada por ano e a produção de 28 leitões por matriz alojada por ano; ³Considerando 3,26 lotes por ano (lotes de 105 dias e 7 dias de intervalo entre lotes).

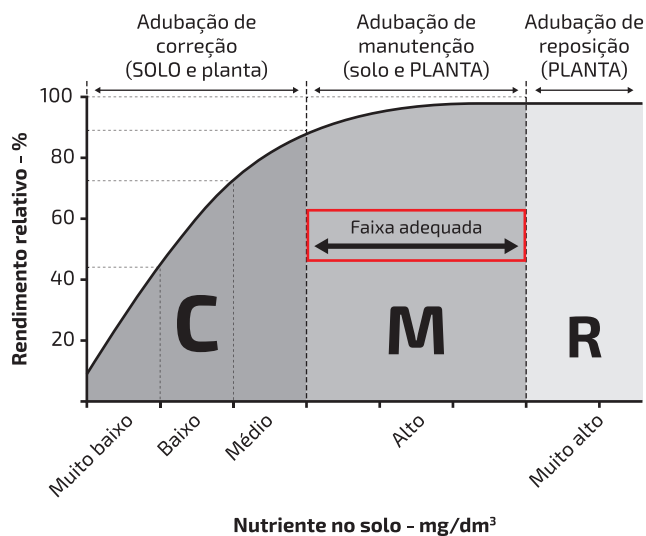
Fonte: CORPEN (2003), Oliveira (2003), Dourmad e Jondreville (2007), Tavares (2012), Tavares et al. (2014), e Oliveira et al. (2015).

que observaram o consumo de água, a produção e as características físico-química dos dejetos em várias granjas de produção de suínos, na região oeste catarinense, no período compreendido de 2011 a 2015.

2. RECICLAGEM DOS DEJETOS NA AGRICULTURA E DIMENSIONAMENTO DE REBANHOS

A aplicação dos fertilizantes orgânicos, gerados a partir dos dejetos suínos, em solos agrícolas deve obedecer aos mesmos critérios agrônômicos estabelecidos pela pesquisa para fertilizantes minerais. Cada Estado brasileiro tem um sistema mais ou menos desenvolvido de recomendações oficiais de adubação, que, embora apresente diferenças entre si de acordo com o tipo de solo, clima e plantas cultivadas na região, segue os mesmos princípios agrônômicos. Para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, as recomendações oficiais de adubação são definidas pela Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (SBSC), por meio de um manual de adubação e calagem, com atualizações frequentes (1995, 2004 e 2015 – previsão). De maneira geral, entende-se que, quando o solo apresenta baixos teores de nutrientes, a produtividade das culturas é limitada pela quantidade de nutrientes disponível no solo; assim, espera-se elevada resposta (aumento de produtividade) à aplicação de fertilizantes (Figura 1). Nessa situação, deve-se realizar adubação de correção, fornecendo nutrientes para elevar a fertilidade do solo e nutrir adequadamente a planta. Quando o solo já corrigido apresenta teores altos de nutrientes, espera-se baixa resposta à adubação – nesse caso, adota-se a adubação de manutenção, que mantém o teor de nutriente no solo na classe alta de disponibilidade para as plantas. Já quando o solo se enquadra na classe de disponibilidade muito alta, não se espera resposta à adubação – nesse caso, a adubação se limita apenas a fornecer a quantidade de nutrientes extraídas pelas plantas. Na Figura 1, também consta uma tabela que relaciona a dose de fósforo a ser aplicada de acordo com o teor desse nutriente no solo e a expectativa de rendimento de milho conforme a SBSC (2004).

No momento de dimensionar uma granja de suínos, é importante considerar que se trata de um investimento a longo prazo e que o seu planejamento deve ser feito de



Recomendação de adubação fosfatada para Milho

Interpretação do teor de P ou de K no solo	Fósforo por cultivo	
	1º	2º
	kg de P ₂ O ₅ /ha	
Muito baixo	125	85
Baixo	85	65
Médio	75	45
Alto	45	45
Muito alto	0	≤ 45

Dose de P₂O₅ a ser aplicada para uma expectativa de produtividade de 4 t/ha, acrescentar 15 kg P₂O₅/ha para cada tonelada adicional de grãos a serem produzidos.

Figura 1. Recomendação de adubação para fósforo em função da disponibilidade desse nutriente no solo. Fonte: Adaptado de SBSC (2004).

forma a manter a propriedade sustentável ambientalmente também a longo prazo. Assim, dimensionam-se os rebanhos, de modo que a oferta de nutrientes via dejetos mantenha os teores de nutrientes no solo estáveis em níveis adequados de fertilidade (classe alta) a fim de que se reduza a necessidade do uso de fertilizantes minerais e obtenha-se elevada produtividade agrícola, mas sem o acúmulo excessivo de nutrientes no solo. Tomando como base as recomendações da SBSC (2004), as doses de fósforo que manteriam o teor desse nutriente na classe alta de disponibilidade seriam de 45 kg P₂O₅/ha para a cultura do milho, considerando uma expectativa de produtividade de 4 ton/ha de grãos. Para expectativas de produtividade maiores, deve-se aumentar em 15 kg P₂O₅/ha para cada tonelada a mais de grãos a serem produzidas. O mesmo raciocínio é válido para as demais culturas agrícolas. Para outros Estados que não contam com recomendações detalhadas como as disponíveis para o Rio Grande do Sul e Santa Catarina, podemos adotar o critério da exportação de nutrientes pelas culturas agrícolas. Considerando que as recomendações de adubação variam conforme a cultura a ser adubada e também com a expectativa de rendimento de

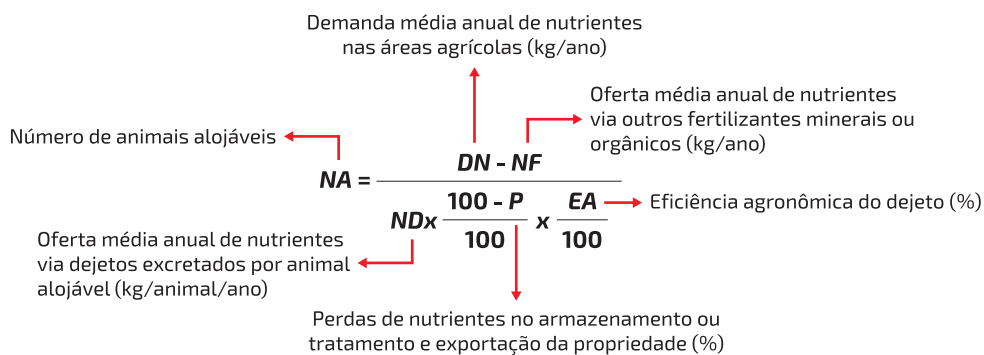


Figura 2. Dimensionamento do número de animais alojáveis em uma granja cujo solo é o destino final dos dejetos de suínos. Fonte: Nicoloso (2015).

cada cultura e safra, é indispensável que o dimensionamento dos rebanhos de suínos seja realizado em função de um planejamento de uso dos dejetos (mínimo de quatro anos) nas áreas agrícolas da granja. Outros fatores relevantes a serem observados são o aporte de outros fertilizantes (minerais ou orgânicos), as perdas/remoção/exportação de nutrientes nos sistemas de armazenamento/tratamento dos dejetos e a eficiência agronômica do dejetos. A Figura 2 descreve a equação para o dimensionamento do número de animais alojáveis em uma granja, de acordo com os critérios citados anteriormente.

A análise da equação (Figura 2) demonstra que o aporte de outras fontes de fertilizantes (minerais ou orgânicos) reduz a demanda de nutrientes das áreas agrícolas, que pode ser suprida com os dejetos de suínos. Nesse caso, pensando em termos de aumentar a capacidade de alojamento de animais em uma granja e também na preservação ambiental e economia do uso de insumos, é importante reduzir ao máximo o aporte de outras fontes de fertilizantes na propriedade. Com base nesse princípio, o uso de outros fertilizantes (minerais ou orgânicos) deve-se limitar a suprir aquela quantidade de nutrientes não disponíveis via dejetos de suínos. Outro fator preponderante nessa equação são as perdas (ou remoção e exportação) de nutrientes de acordo com o sistema de manejo, tratamento ou armazenamento a ser adotado na propriedade. Caso seja realizada a opção por um sistema de tratamento que permita a remoção de nutrientes da propriedade via fertilizantes ou outros coprodutos (compostagem e outros sistemas avançados de tratamento de efluentes líquidos), pode-se abater essa quantidade de nutrientes removida dos dejetos da oferta de nutrientes para as áreas agrícolas, o que promoveria aumento da capacidade de alojamento de animais na granja. A eficiência agronômica dos dejetos pode ser obtida para cada nutriente (NPK) nos manuais de adubação e calagem dos diferentes Estados brasileiros.

3. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO SOLO

Um das questões preponderantes associadas à adubação com fertilizantes orgânicos é determinar até que ponto o solo é capaz de acumular nutrientes sem promover o impacto ambiental e a contaminação das águas de superfície ou subterrâneas. Sabe-se que solos com maior teor de argila e de baixa fertilidade têm maior capacidade de reter nutrientes do que solos arenosos. No entanto, à medida que aumentam os níveis de fertilidade, mesmo solos argilosos passam a liberar quantidades crescentes de nutrientes para o ambiente e podem se transformar em fonte de poluição. Um recente estudo desenvolvido pela UDESC-Lages determinou limites críticos ambientais para fósforo (LCA-P) em função do teor de argila

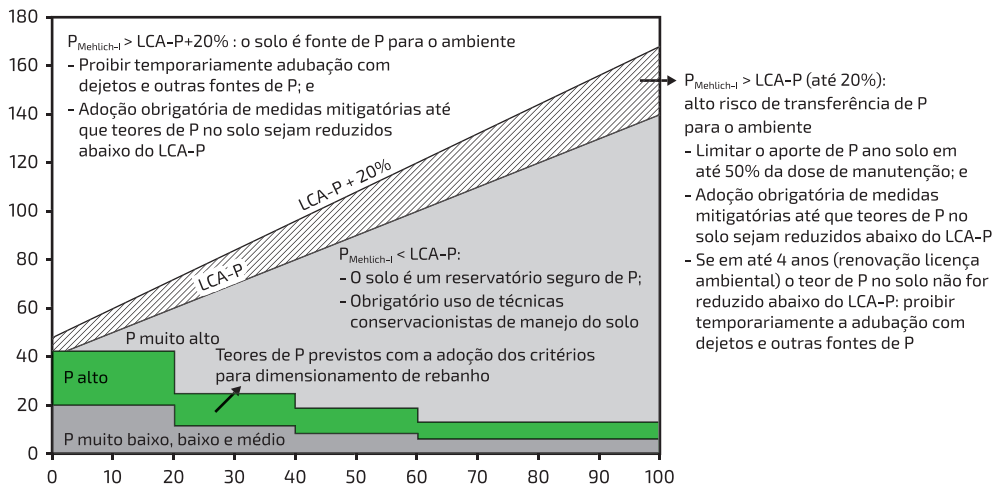


Figura 3. Limite crítico ambiental de fósforo em função do teor de argila na camada 0-10 cm de solos do Estado de Santa Catarina. Fonte: Adaptado de Gatiboni et al. (2014).

para solos de Santa Catarina (GATIBONI et al., 2014). A partir desse limite, há risco elevado de poluição ambiental. A Figura 3 demonstra de maneira gráfica a relação entre teor de argila no solo e os teores de fósforo no solo, classificados segundo critérios agrônômicos e ambientais.

Na faixa verde, observam-se os teores de fósforo classificados como alto (fertilidade) de acordo com o teor de argila no solo. Todo o dimensionamento dos rebanhos, realizado conforme o modelo descrito anteriormente, tem por objetivo manter os teores de fósforo nessa classe de disponibilidade. Abaixo da classe considerada como alta (verde), encontram-se os teores de fósforo classificados como limitantes para os rendimentos das culturas agrícolas. Acima, encontram-se os teores de fósforo classificados como muito alto de acordo com os critérios agrônômicos (Figura 2). A faixa hachurada indica os teores de fósforo que estão acima do LCA-P, enquanto que a faixa branca do gráfico indica os teores de fósforo que são superiores ao LCA-P em mais de 20%. A interpretação desse gráfico é que, quando o solo encontra-se com teores de fósforo muito alto, mas ainda abaixo do LCA-P, os solos são reservatórios seguros de fósforo, e não fontes poluidoras. Nesse caso, podem-se aplicar dejetos ou outros fertilizantes de acordo com as recomendações agrônômicas discutidas anteriormente, desde que empregadas as técnicas de manejo conservacionistas do solo visando ao controle da erosão. Quando o solo encontra-se acima do LCA-P até 20% (faixa hachurada), existe alto risco de que o solo libere fósforo para o ambiente. Nesse caso, deve-se limitar o aporte de fósforo em no máximo 50% da dose de manutenção ou de exportação pelas culturas, além de adotar obrigatoriamente medidas mitigatórias visando à redução dos teores de fósforo no solo. Já quando o solo apresenta teores de fósforo acima de 20% do LCA-P, então o solo já está liberando fósforo para o ambiente (é, portanto, uma fonte de poluição). Nesse caso, essas áreas não devem mais receber adubação fosfatada via dejetos ou qualquer outra fonte de fertilizantes e é obrigatória a adoção de medidas mitigatórias para a redução dos teores de fósforo no solo. Entre as medidas mitigatórias possíveis de ser adotada, destacam-se: uso de culturas com elevada capacidade de remoção e exportação de fósforo do solo, práticas conservacionistas de controle da erosão e escoamento superficial (plantio direto, cobertura de solo, terraceamento, cultivo em nível), uso de “buffers” ou culturas em faixas visando à absorção de fósforo escoado das áreas agrícolas, incorporação/

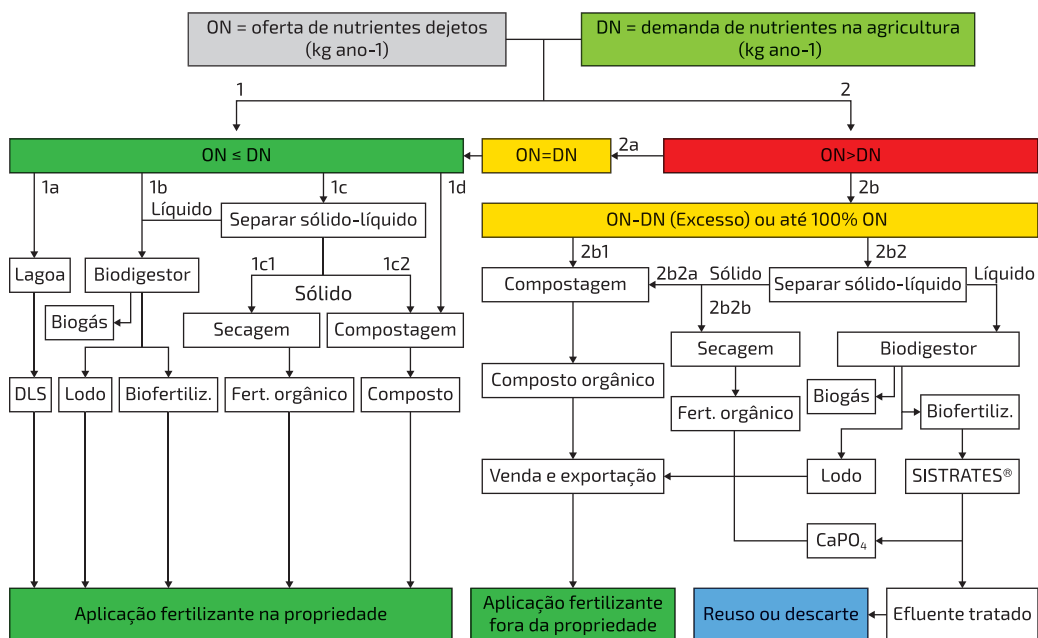


Figura 4. Rotas tecnológicas para manejo dos dejetos e gestão ambiental da suinocultura brasileira. Fonte: Nicoloso (2015).

injeção de fertilizantes/dejetos abaixo em subsuperfície, entre outras, de acordo com recomendação técnica. Note-se que o LCA-P foi desenvolvido para a camada 0-10 cm de solos de Santa Catarina e que o método de extração de fósforo é o Mehlich-I. Já estão em andamento iniciativas para determinar limites críticos ambientais para fósforo em outros tipos de solos nos diferentes Estados brasileiros.

4. ROTAS TECNOLÓGICAS PARA A GESTÃO AMBIENTAL DOS DEJETOS

A Figura 4 resume de forma gráfica o modelo descrito na Figura 2, exemplificando algumas rotas tecnológicas possíveis de serem adotadas de acordo com a oferta de nutrientes via dejetos, o número de animais e a demanda de nutrientes nas áreas agrícolas. Caso a oferta seja menor ou igual à demanda (situação 1, no exemplo), o produtor pode adotar qualquer das tecnologias citadas (lagoas ou esterqueiras para armazenamento dos dejetos), biodigestores com ou sem separação de fases (caso haja interesse no biogás) ou compostagem (caso não exista disponibilidade de área agrícola ou haja interesse em comercializar o composto orgânico gerado para maiores distâncias do que as viáveis com dejetos líquidos), entre outras. Os fertilizantes originados desses diferentes sistemas de tratamento/armazenamento podem então ser aplicados nas áreas agrícolas disponíveis na propriedade. No entanto, caso a oferta de nutrientes supere a demanda (situação 2, no exemplo), há que se adotar obrigatoriamente alguma tecnologia que permita a remoção do excesso de nutrientes da propriedade. Como exemplo, cita-se a compostagem com a exportação do fertilizante orgânico produzido e os biodigestores, desde que associados a sistemas de pós-tratamento de efluentes que permitam a remoção do excesso de nutrientes.

O modelo descrito neste capítulo utiliza conceitos técnicos sólidos e abrangentes, e, portanto, pode contemplar qualquer mudança no sistema de produção de suínos, tecnologia

de manejo e tratamento ou recomendações de uso agrônômico de fertilizantes orgânicos que venham a ser desenvolvidas no futuro. Além disso, o modelo pode ser adaptado para outras cadeias de produção animal (bovinos e aves, por exemplo). A Embrapa está desenvolvendo um software que permitirá a elaboração e análise de projetos para o licenciamento ambiental de granjas de suínos de maneira automatizada, devendo ter a sua primeira versão disponibilizada na página da Embrapa na internet. Ademais, a Embrapa disponibilizará essa ferramenta aos órgãos ambientais dos diferentes Estados brasileiros, visando à adoção dessa plataforma para a gestão dos processos de licenciamento ambiental da suinocultura, reduzindo a chance de erro de análise e dando agilidade a esses processos. A difusão desse software e do modelo de gestão ambiental da suinocultura é um importante avanço para a sustentabilidade ambiental da produção de suínos no Brasil.

REFERÊNCIAS

- CORPEN - Comité d'Orientation pour des Pratiques Agricoles Respectueuses de l'Environnement. *Estimation des rejets d'azote-phosphore-potassium-cuivre et zinc des porcs: influence de la conduite alimentaire et du mode de logement des animaux sur la nature et la gestion des déjections produites*. Paris: Ministère de l'Agriculture de l'Alimentation de la Pêche et des Affaires Rurales, 2013.
- DOURMAD, J.-Y.; JONDREVILLE, C. Impact of nutrition on nitrogen, phosphorus, Cu and Zn in pig manure, and on emissions of ammonia and odours. *Livestock Science*, v. 112, n. 3, p. 192-198, 2007.
- FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE DE SANTA CATARINA – FATMA. Instrução Normativa nº11. Suinocultura. Versão Outubro/2014. Atualizada em 14/11/2014. Disponível em: <http://www.fatma.sc.gov.br/ckfinder/userfiles/arquivos/ins/11/IN%2011%20Suinocultura.doc> Acesso em 26/01/2016, 2014.
- GATIBONI, L.C. et al. *Proposta de limites críticos ambientais de fósforo para solos de Santa Catarina*. Lages: UDESC/CAV, 2014. (Boletim Técnico).
- OLIVEIRA, P.A.V. (Coord.). *Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos*. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1993. (Série EMBRAPA-CNPSA. Documentos, 27).
- _____. Modelo matemático para estimar a evaporação d'água contida nos dejetos, em sistemas de criação de suínos sobre cama de maravalha e piso ripado, nas fases de crescimento e terminação. *Journal of the Brazilian Society of Agricultural Engineering*, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 398-406, 2003.
- OLIVEIRA P.A.V. et al. Modélisation du volume et de la composition du lisier des porcs à l'engraissement. *Journées Recherche Porcine*, v. 47, p. 153-158, 2015.
- NICOLOSO, R.S. *Critérios técnicos para o licenciamento ambiental da suinocultura: recomendações do GT-solos*. Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, 14-15 abr. 2015. (Apresentação em PowerPoint). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/documents/1355242/1529323/Treinamento+IN+11+-+Rodrigo+Nicoloso.pdf/03ac6900-dbed-4319-a1bc-3d0eadc3a744>>. Acesso em: 23 jan. 2016.
- SBSC - Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Comissão de Química e Fertilidade do Solo Comissão de Química e Fertilidade do Solo. *Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina*. 10. ed. Porto Alegre: SBSC/CQFS, 2004.
- TAVARES, J.M.R. *Consumo de água e produção de dejetos na suinocultura*. 2012. 230p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Florianópolis, 2012.
- TAVARES, J.M.R. et al. The water disappearance and manure production at commercial growing-finishing pig farms. *Livestock Science*, v. 169, p. 146-154, 2014.