

AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL A PARTIR DO BALANÇO DE NUTRIENTES EM UMA PROPRIEDADE DO OESTE CATARINENSE

Graciela Schneider¹, Jorge Luis Mattias², James Luiz Berto³, Leno Sartori⁴

RESUMO – O descarte de dejetos animais em sistemas de culturas e pastagens tem sido uma das opções mais viáveis ambientalmente e economicamente para destinar esse tipo de resíduo, porém deve-se atentar para que os mesmos sejam aplicados em quantidades proporcionais à demanda de nutrientes pelas plantas. Objetivou-se, nesse estudo, avaliar a sustentabilidade ambiental de uma propriedade rural do oeste catarinense com elevada concentração de aves de corte e bovinos utilizando-se o balanço de massa de nitrogênio (N) e fósforo (P). O presente trabalho foi desenvolvido durante um (1) ano agrícola (julho/16 até junho/17), sendo adotada a metodologia proposta por Berto (2004), a qual considera todas as atividades agrícolas desenvolvidas na propriedade. Leva em conta o manejo das criações, culturas produzidas, produtividade, manejo do solo e insumos utilizados tanto nas culturas quanto na dieta dos rebanhos, ou seja, todas as fontes associadas à entrada e saída de N e P da propriedade. Os teores de N e P dos insumos e produtos foram obtidos de dados médios da literatura e, quando possível aplicado dados dos próprios produtos. Os dados mostram um excedente de N e P na propriedade e indica a insustentabilidade ambiental da mesma a longo prazo.

Palavras chave: dejetos, fósforo, nitrogênio.

EVALUATION OF THE ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY FROM THE BALANCE OF NUTRIENTS IN A PROPERTY IN THE WEST OF SANTA CATARINA

ABSTRACT – *The disposal of animal wastes in crop and pasture systems has been one of the most environmentally and economically viable options for this type of waste, however they should be applied in quantities that are proportional to the nutrient demand of the plants. The objective of this study was to evaluate the environmental sustainability of a rural property in the west of Santa Catarina with high concentration of poultry cuts and cattle using nitrogen (N) and phosphorus (P) mass balance. The present work was developed during one (1) agricultural year (July/16 to June/17), adopting the methodology proposed by Berto (2004), which considers all agricultural activities developed on the property. It takes into account the management of the farms, crops produced, productivity, soil management and inputs used in both crops and herd diet, in other words, all sources associated with the entry and exit of N and P from the property. The N and P contents of the inputs and products were obtained from average literature data and when possible applied data from the products themselves. The data shows a surplus of N and P on the property and indicates its long-term environmental unsustainability.*

Keywords: nitrogen, phosphorus, wastes.

¹ Engenheira Ambiental e Sanitarista, Universidade Federal da Fronteira Sul – Campus Chapecó, gracischn@gmail.com

² Doutor em Ciência do Solo, Universidade Federal da Fronteira Sul – Campus Chapecó, jorge.mattias@uffs.edu.br (Autor para correspondência)

³ Doutor em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Universidade Federal da Fronteira Sul – Campus Chapecó, james.berto@uffs.edu.br

⁴ Mestrando em Engenharia Ambiental, Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Recife, lenosartori@gmail.com

INTRODUÇÃO

A agropecuária progride em busca da sustentabilidade idealizada constitucionalmente (Müller, 2015). Porém, só muito recentemente as políticas governamentais para o setor agropecuário começaram a atentar para as questões relativas à sustentabilidade ambiental (Sambuichi et al., 2012).

Em regiões com alta concentração de produção animal, têm se destacado os problemas relativos aos destinos dos dejetos. Os nutrientes disponíveis nos dejetos podem ser utilizados para aumentar a fertilidade dos solos, mas o desequilíbrio destes pode resultar não só em prejuízo para os sistemas agrícolas, mas para todo o meio ambiente, no que tange principalmente à poluição do solo e dos recursos hídricos.

O aproveitamento eficiente dos nutrientes é fundamental para garantir a produção econômica das culturas e minimizar o impacto das aplicações excessivas no meio ambiente (Sassenrath et al., 2012). Para tanto, a aplicação do balanço de nutrientes em sistemas que envolvem a produção pecuária e áreas de lavoura possibilita, segundo Palhares (2013), práticas agrícolas que resultem em sistemas produtivos mais equilibrados, com baixo impacto ambiental e melhor viabilidade econômica.

Em um estudo realizado por Berto (2004), constatou-se um grande desequilíbrio no balanço de nutrientes em uma sub-bacia hidrográfica, com alta concentração de produção animal, no oeste catarinense. De um ingresso de nutrientes na sub-bacia de aproximadamente 638.000 kg de nitrogênio (N) e 141.000 kg de fósforo (P), apenas 10,9% e 8,5%, respectivamente são exportados via produtos vegetais, permanecendo o restante no meio ambiente.

Considerando os problemas ambientais que nutrientes como o N e o P tem causado nos processos de poluição e eutrofização das águas superficiais, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a sustentabilidade ambiental de uma propriedade rural do oeste catarinense com base no balanço de nutrientes (N e P).

MATERIAL E MÉTODOS

A propriedade rural utilizada no estudo localiza-se no município de Palmitos (latitude: 27° 04' 03" S e longitude: 53° 09' 40" O) e possuiu uma área total de 67 hectares (ha), dos quais 23 ha ocupados com culturas anuais e pastagens,

31 ha de poteiros, 2 ha ocupados pelas instalações e os 11 ha restantes são áreas de vegetação nativa.

Palmitos se localiza na mesorregião do oeste catarinense, apresentando uma pluviosidade média de aproximadamente 1.900 mm. Segundo a classificação de Köppen, o Estado de Santa Catarina foi classificado como o de clima mesotérmico úmido (sem estação seca) - Cf, incluindo dois subtipos, Cfa e Cfb (COAN et al., 2014).

De acordo com Collaço (2003), o solo é predominantemente constituído por Cambissolo de alta declividade, utilizado para culturas anuais e perenes, além de pastagens e reflorestamento e Cambissolo de topografia suave ondulada e ondulada, usado para culturas anuais, perenes e também pastagens.

A produção animal na propriedade se dá pela avicultura de corte e criação de bovinos. Na safra 2016/2017, o rebanho da propriedade constituía-se de aproximadamente 107.000 mil cabeças de frangos, 33 bovinos leiteiros e 60 bovinos de corte. Nos 23 ha foram cultivados soja e milho, sendo respectivamente utilizadas em safra e safrinha e, no inverno, aveia e azevém.

O presente trabalho foi desenvolvido durante 1(um) ano agrícola (julho/16 até junho/17), sendo adotada a metodologia proposta por Berto (2004), a qual considera todas as atividades agrícolas desenvolvidas na propriedade. Leva em conta o manejo das criações, culturas produzidas, produtividade, manejo do solo e insumos utilizados tanto nas culturas quanto na dieta dos rebanhos, ou seja, todas as fontes associadas à entrada e saída de N e P da propriedade, conforme equação 1. Os teores de nutrientes (N e P) dos insumos e dos produtos foram obtidos de dados médios da literatura e quando possível aplicado dados dos próprios produtos.

$$Bn_j = \sum (Q_{ins_i} \times Tn_{ji}) - \sum (P_i \times Tn_{ji}) \quad (1)$$

Onde:

Bn_j - balanço do nutriente j (P ou N em $kg\ ano^{-1}$);

Q_{ins_i} - quantidade insumo i (adubo, alimentos) usados para a atividade ($kg\ ano^{-1}$);

Tn_{ji} - teor do nutriente j no insumo i ($kg\ kg^{-1}$);

P_i - produção do produto i ($kg\ ano^{-1}$ ou $l\ ano^{-1}$);

Tn_{ji} - teor do nutriente j no produto i ($kg\ kg^{-1}$ ou $kg\ l^{-1}$).

No caso do N, a metodologia proposta por Berto (2004) foi implementada desconsiderando-se contribuições e saídas como deposição atmosférica, fixação simbiótica e desnitrificação. Porém, no caso da cultura da soja, o autor ao desconsiderar a fixação simbiótica, também



desconsiderou a saída de N pelo grão. Processos como lixiviação e erosão não foram considerados nesse trabalho, já que o mesmo tem como objetivo obter os excedentes de nutrientes na propriedade, estando estes disponíveis ou não. A volatilização da amônia foi estimada considerando-se índices médios obtidos por Berto, 2004 a partir da literatura (EEA, 2002; Bouwan & Van Der Hoek, 1997; Steenvoorden et al., 1999).

Em relação à bovinocultura, foi proposto o balanço de forma conjunta com as áreas de pastagens destinadas a esta atividade. A metodologia propôs que, pela dificuldade de separação e pela complexa determinação dos nutrientes ingeridos, os bovinos com acesso às pastagens devem ser tratados como um único sistema (fluxo interno), integrando-se a aquisição de bovinos, adubos de origem externa utilizados nas pastagens e os alimentos de origem externa fornecidos aos bovinos como entrada de nutrientes no balanço geral, tendo-se como saída a comercialização e o autoconsumo de leite e carne, além do ganho de massa corporal.

O acréscimo de massa corporal nos animais, mesmo quando o animal não é retirado, é considerado como uma imobilização de nutrientes, os quais sairão do sistema futuramente, seja pelo abate ou pela venda dos animais.

No que se refere ao sistema cultura, a aquisição de grãos (milho, soja) e a inserção de adubos de origem

externa foram aplicados como entrada de nutrientes e como saída foi considerada, no balanço geral, apenas a parcela comercializada dos grãos, já que parte dos grãos de milho foram utilizadas para alimentação dos bovinos e parte utilizada para produção de silagem e, dessa forma, considerados dentro dos fluxos internos do sistema bovinos.

Para o sistema avicultura, foram consideradas como entradas as rações fornecidas e a maravalha adicionada, tendo-se como saídas o ganho de massa corporal e a cama de aviário. Importante destacar que no período do trabalho não foi removida a cama aviária.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos resultados foi realizada primeiramente para cada sistema, efetuando-se uma correlação entre os mesmos e finalmente a análise do balanço geral da propriedade.

Na Tabela 1, apresenta-se o ingresso e exportação de nutrientes pelo sistema avicultura. O sistema de produção é realizado em parceria com as agroindústrias da região, com seis lotes por ano.

Tabela 1 - Quantidades de N e P importadas e exportadas pelo sistema de avicultura

Avicultura		N	P	N	P
		(kg ano ⁻¹)		(kg ave ⁻¹)*	
Entrada	Ração	18.535,80	3.254,98	0,1733	0,0304
	Maravalha	789,69	71,86	-	-
	Total	19.321,49	3.326,85	0,1733	0,0304
Saída	Ganho de massa	10.520,50	1.666,29	0,0984	0,0156
	Total	10.520,50	1.666,29	0,0984	0,0156

*106.954 cabeças

No sistema de avicultura, observa-se um saldo positivo de 8.800,98 kg de N e 1.660,55 kg de P que ingressam na atividade na forma de ração e maravalha. Os teores de N e P fornecidos pela ração e retidos pelo frango são de 56,7% e 51,2%, respectivamente.

Berto (2004) encontrou valores similares para a retenção desses dois nutrientes, sendo 60,5% para o N e 43,2% para o P ao realizar estudos em sistemas produtivos

da região Oeste Catarinense. Em relação a maior eficiência na retenção de P, pode-se considerar, principalmente, o uso da enzima fitase nas rações que permite melhor aproveitamento do P pelas aves e conseqüentemente redução na excreção do nutriente.

Em estudo realizado por Avila et al. (2013) aplicando 500 e 1000 FTU kg⁻¹ constatou-se que, independente da dose utilizada, a enzima melhora a biodisponibilidade do

P. Para a menor dose utilizada, a retenção foi de 50,82%, aproximadamente 6% maior em relação ao valor de controle (sem adição de fitase). Não foi identificado ganho considerável para o caso do N.

A Tabela 2 apresenta o ingresso e exportação de nutrientes pelo sistema bovino-pastagem. O sistema de

produção dos bovinos leiteiros é realizado com base nas pastagens e com suplementação alimentar (ração, sal mineral, feno de tifton e o milho), principalmente em função da produtividade. Os bovinos de corte são criados basicamente com acesso a pastagem e sal mineral, com suplementação esporádica.

Tabela 2 - Quantidades de N e P importadas e exportadas pelo sistema bovino-pastagem

Sistema Bovino- Pastagem		N	P	N	P
		Vacas (kg ano ⁻¹)		Corte (kg ano ⁻¹)	
Entrada	Adubos químicos*	2.053,75	618,79	-	-
	Adubo suíno**	691,73	258,83	-	-
	Alimentos***	1.351,05	343,44	20,74	27,23
	Bovinos (compra)	308	196,9	0	0
	Total	4.404,54	1.417,96	20,74	27,23
Saída	Leite	885,1	159,24	-	-
	Ganho de massa	245,84	157,16	153,72	98,27
	Bovinos (venda, consumo)	299,6	191,53	50,4	32,22
	Total	1.430,54	507,93	204,12	130,49

*Adubos químicos inseridos na aveia, azevém e no milho (silagem) destinado aos bovinos

**Adubo suíno inserido na aveia e azevém

***Nos alimentos foi considerado ração, sal mineral, feno de tifton e o milho (grão) produzido na propriedade destinado aos bovinos

No sistema bovino-pastagem (vacas) observa-se excedente de N e P de 2.974,00 kg e 910,03 kg, respectivamente. Nesse sistema é notável a significativa contribuição de fertilizantes (adubos químicos e dejetos de suínos) utilizados nas pastagens, que totalizam a entrada de 2.745,48 kg de N e 877,62 kg de P.

Na atividade houve uma considerável suplementação com alimentos concentrados, principalmente para as vacas em lactação, sendo que esse ingresso corresponde a 94,4% de N e 67,6% de P em relação às saídas de nutrientes (carne ou leite). O aumento da produtividade individual dos animais tem levado a um aumento significativo na suplementação de concentrados na bovinocultura leiteira. Com isso o balanço de nutrientes que na bovinocultura, normalmente, era bastante negativo e abria espaço para utilização dos dejetos de aves e suínos nas pastagens tem se transformado. Em algumas situações a bovinocultura passou a apresentar excedentes o que contribui para o agravamento da poluição devido aos dejetos.

Berto e Berto (2007) ao analisarem o balanço de N na bovinocultura de leite (sistemas não confinados) em mais de 70 propriedades do Oeste de SC, dividiram os sistemas de criação leiteiros em três grupos segundo o saldo de N, diferenciando-os pela produtividade de leite por vaca, suplementação alimentar e o emprego de adubação. A propriedade em estudo por apresentar um saldo de aproximadamente 90 kg de N/vaca se enquadraria no nível mais alto, portanto um sistema intensificado no qual o ingresso de N via alimentação reduz a capacidade da atividade em reciclar nutrientes do dejetos de outras criações.

A eficiência de uso de N e P para o sistema bovino-pastagem (vacas) foi de 32,5% e 35,8%, respectivamente. Em estudo realizado por Palhares (2013), obteve-se eficiência de 18% para o N e 20% para o P. Porém, comparações entre estudos que avaliam a eficiência de uso dos elementos devem ser feitas com ponderações, pois, principalmente nos bovinos, as condições de manejo são



diversas e afetam diretamente os resultados obtidos no balanço.

No sistema de corte, destaca-se um balanço negativo de -183,38 kg de N e -103,26 kg de P para o ano agrícola estudado. Esses valores são justificáveis pela baixa quantidade de nutrientes inseridos na forma de alimentos durante esse período e o déficit encontrado é suprido pelas pastagens perenes dos poteiros (gramas), a qual faz parte do ciclo fechado de nutrientes.

Segundo informações do proprietário do local estudado, as gramas de poteiro são adubadas

periodicamente com parcela da cama de aviário retirada do sistema de avicultura. A última adubação realizada foi no ano agrícola 2015/2016, por isso não foi contabilizada no ano agrícola estudado.

A Tabela 3 apresenta os resultados obtidos para o ingresso e exportação de nutrientes nos sistemas vegetais. Nesse sistema verifica-se excedente de N e P na ordem de 766,13 kg e 571,27 kg respectivamente. A eficiência de uso de N e P foi de 75,5% de N e 55,0% de P. Como no sistema de cultura não houve adubação orgânica, praticamente todo ingresso de nutrientes é oriundo da adubação química.

Tabela 3 - Quantidades de N e P importadas e exportadas pelo sistema culturas de grãos

Culturas de grãos		N (kg ano ⁻¹)	P (kg ano ⁻¹)	N (kg ha ⁻¹)*	P (kg ha ⁻¹)*
Entrada	Adbos químicos	3.127,50	1.260,50	135,98	54,8
	Sementes (milho, soja)	5,99	9,5	0,26	0,41
	Total	3.133,49	1.270,00	136,24	55,22
Saída	Grãos (comércio)	2.104,32	652,64	91,49	28,38
	Grão de milho (bovino)	263,04	46,08	11,44	2
	Total	2.367,36	698,72	102,93	30,38

*23 ha

Em relação ao saldo de N, considerando o processo de volatilização de amônia, poder-se-ia dizer que há um equilíbrio no balanço deste nutriente. De acordo com Tasca et al. (2011), as perdas por volatilização de N pela aplicação de ureia podem chegar a 50% do N aplicado, sendo que o excedente de N representou apenas 24,5% em relação à entrada via adubos químicos. Por outro lado, o P, além de não apresentar perdas por volatilização, também apresentou baixo índice de exportação pelas culturas. A quantidade de P adicionado ao sistema representou praticamente o dobro da quantidade exportada.

O excedente de N e P por ha foi de aproximadamente 33 kg e 24,8 kg, respectivamente. A entrada de nutrientes no milho foi de aproximadamente 136 kg ha⁻¹ de N e aproximadamente 38 kg ha⁻¹ de P.

Levando em consideração a produtividade obtida para o milho de 9.600 kg ha⁻¹ e, de acordo com o manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (Sociedade Brasileira de Ciência do

Solo, 2016) e análises de solo da propriedade realizadas em 2013, a demanda seria de aproximadamente 125 kg ha⁻¹ de N e 20 kg ha⁻¹ de P. Para o caso da soja, para a produtividade de 2.520 kg ha⁻¹ de grãos, não haveria demanda de P.

A Tabela 4 apresenta o saldo total de N e P nas atividades da propriedade estimado pelo balanço de nutrientes.

Tabela 4 - Saldo de N e P nas atividades da propriedade estimado pelo balanço de nutrientes

	Sistema Bovi- no-Pastagem	Avicultura	Cultura	Total
Balanço N (kg ano ⁻¹)	2.790,61	8.800,98	766,13	12.357,72
Balanço P (kg ano ⁻¹)	806,77	1.660,55	571,27	3.038,59

A estimativa é de que há um excedente de mais de 12.000 kg de N e aproximadamente 3.000 kg de P na propriedade, sendo a avicultura responsável pelas maiores contribuições do total de N e P excedente, 71% e 55%, respectivamente. Já a bovinocultura tem uma contribuição aproximada de 23% (N) e 26% (P) do total excedente. Os sistemas vegetais (milho, soja) apresentaram a menor parcela, aproximadamente 6% (N) e 19% (P) em relação ao total excedente.

No ciclo analisado, tanto o sistema bovino-pastagem como as culturas apresentaram excedentes de nutrientes sem o uso da cama de aves. Porém, deve-se observar que não houve disponibilidade da cama para esse ciclo.

O ingresso total de nutrientes via adubo químico representou cerca de 42% do N e 62% do P totais que ingressam na propriedade. O aporte de P via adubo químico foi de aproximadamente 1.879 kg. Assim, o excedente na avicultura de aproximadamente 1.660 kg de P basicamente compensa todo uso de adubo químico para esse nutriente pelo aproveitamento de cama aviária. Já o ingresso total de 5.181 kg de N via adubo químico indica que o uso da cama, que totaliza 8.800 kg de N, em substituição ao adubo químico, geraria um excedente de aproximadamente 40% em relação ao adubo químico utilizado.

Porém, é importante observar que parte do N da cama será perdido por volatilização antes de ser disposta no solo. Segundo EEA (2002), a emissão de amônia pode chegar a 20% da excreção total de N nas instalações de criação.

No balanço de nutrientes, a análise de um único ciclo pode apresentar distorções importantes. Nesse caso, como não houve disponibilidade de cama para uso nas demais atividades, ocorre um incremento no uso de adubos químicos, ou mesmo da suinocultura que poderiam ter sido substituídos pelos nutrientes da cama de aviário.

Assim, verificou-se a necessidade de analisar o balanço geral considerando as duas situações, com e sem inserção de adubos externos, conforme demonstrado na Tabela 5.

Tabela 5 - Saldo total de N e P com e sem inserção de adubos externos

Nutriente	Saldo com inserção de adubos externos	Saldo sem inserção de adubos externos
N (kg ano ⁻¹)	12.357,72	6.484,74
P (kg ano ⁻¹)	3.038,59	900,48

Analisando-se o balanço de nutrientes da propriedade sem o ingresso de adubos externos (químico, suíno), reduz-se para aproximadamente 6.000 kg o excedente total de N e

900 kg do P total fica retido no sistema. Assim, mesmo que toda a adubação química e de suínos fosse substituída pelos nutrientes da avicultura, ainda assim ocorre um superávit de N e P na propriedade.

Diversos autores (Berto, 2004; Miranda et al., 2017; Silva, 2000) ao realizarem o balanço de N e P em propriedades da região Oeste de Santa Catarina, ou mesmo a nível de bacia hidrográfica, encontraram resultados que apontam para um excedente de N e P nos sistemas produtivos com criação intensiva de animais, mesmo considerando somente o uso dos dejetos como fertilizante.

Portanto, verifica-se que, mesmo utilizando somente adubos internos, como a cama-aviária, a propriedade apresenta superávit de N e P, ou seja, há um excedente de nutrientes que não são reaproveitados como fertilizante. Esse desequilíbrio no balanço de nutrientes na propriedade, em longo prazo, apontaria para a insustentabilidade ambiental, devendo ser adotadas medidas na busca do equilíbrio no balanço desses nutrientes. Isso é um indício que devem ser propostos ajustes ao sistema para que seja reduzido seu potencial poluidor principalmente relacionado à poluição do solo e eutrofização dos corpos hídricos.

O que se pode concluir é que, no sistema em análise, seria possível encontrar um ponto de equilíbrio com ações como a substituição do adubo químico pela cama e/ou a venda de parte, além da diminuição do aporte de nutrientes na bovinocultura via suplementação alimentar com alimentos externos. O sistema bovino-pastagem (vacas), sem a inserção de adubos externos, gera um excedente de apenas 228,52 kg de N e 32,41 kg de P, o que sugere a possibilidade desse sistema ser passível de receber nutrientes oriundos da própria propriedade, como a cama-aviária.

Além das vantagens econômicas geradas pelo uso nas culturas e pastagens dos nutrientes contidos no esterco (melhoria na fertilidade do solo, aumento na produtividade), destaca-se também o benefício ambiental, já que essa prática se caracteriza também como uma opção de descarte de dejetos, desde que aplicados em quantidades proporcionais à demanda de nutrientes pelas plantas.

CONCLUSÕES

1. O balanço de nutrientes identificou na propriedade em estudo um desequilíbrio no balanço de nutrientes com um excedente de N da ordem de 12.000 kg de N e de 3000 kg de P. O desequilíbrio no balanço de nutrientes na propriedade, em longo prazo, sugere a insustentabilidade ambiental da mesma;



2. O balanço de nutrientes da propriedade realizado sem o ingresso de adubos externos (químico, suíno), resultou em excedentes de 6.000 kg de N e 900 kg de P, não sendo suficiente para que o sistema produtivo encontre o equilíbrio no seu balanço de nutrientes, sendo necessário medidas adicionais.

LITERATURA CITADA

- AVILA, V.S. *et al.* *Efeito do uso de fitase em dietas de frangos de corte sobre a biodisponibilidade de minerais e aproveitamento de energia*. Embrapa, 2013. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/969559/efeito-do-uso-de-fitase-em-dietas-de-frangos-de-corte-sobre-a-biodisponibilidade-de-minerais-e-aproveitamento-de-energia>>. Acesso em: 28 mai. 2019.
- BERTO, J.L. *Balanço de nutrientes em uma sub-bacia com concentração de suínos e aves como instrumento de gestão ambiental*. 2004. 214 p. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) - Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2004.
- BERTO, J. L.; BERTO, J. L. Estimativa do saldo anual de N em sistemas de criação de vacas leiteiras no Oeste de Santa Catarina. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 37, n. 2, p. 599-603, mar/abr. 2007.
- BOUWAN, A.F.; VAN DER HOEK, K.W. Scenarios of animal waste production and fertilizer use and associated ammonia emission for developing countries. *Atmospheric Environmental*, Oxford, v.31, n.24, p.4095-4102. 1997
- COAN, B.P. *et al.* Precipitação mensal e anual provável no Estado de Santa Catarina. *Revista Brasileira de Climatologia*, v.15, p.122-142, jul/dez. 2014.
- COLLAÇO, M. *Palmitos: Caracterização regional*. Secretaria de Estado de Desenvolvimento Regional. Secretaria de Estado de Planejamento, Orçamento e Gestão. Governo do Estado de Santa Catarina, 2003. 33 p. Disponível em: <http://docweb.epagri.sc.gov.br/website_cepaa/publicacoes/diagnostico/PALMITOS.pdf>. Acesso em: 28 mai. 2019.
- EEA. *Emission inventory guidebook*. 3 ed. Copenhagen, 2002. Disponível em: <<https://www.eea.europa.eu/themes/air/emep-eea-air-pollutant-emission-inventory-guidebook>>. Acesso em: 26 mai. 2019.
- MIRANDA, C. R.; SEGANFREDO, M. A.; GUARESI, L. A pressão da produção animal sobre o ambiente avaliada via suas taxas de excreção de nutrientes. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS AGROPECUÁRIOS E AGROINDUSTRIAIS, 5, 2017, Foz do Iguaçu, PR. *Anais...* Concórdia: Sbera: Embrapa, 2017. p.475-478.
- MÜLLER, M.V. Agropecuária sustentável em face da constituição federal de 1988. *Atas de Saúde Ambiental*, São Paulo, v.3, n.1, p.62-80, jan/abr. 2015.
- PALHARES, J.C.P. Eficiência de uso do nitrogênio e do fósforo em um sistema de produção de leite. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS AGROPECUÁRIOS E AGROINDUSTRIAIS, 3, 2013, São Pedro. *Anais...* São Pedro: Sociedade Brasileira dos Especialistas em Resíduos das Produções Agropecuária e Agroindustrial, 2013.
- SAMBUICHI, R.H.R. *et al.* *A Sustentabilidade ambiental da agropecuária brasileira: Impactos, políticas públicas e desafios*. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Rio de Janeiro, p.1-52, 2012.
- SASSENATH, G.F. *et al.* Nitrogen balance as an indicator of environmental impact: Toward sustainable agricultural production. *Renewable Agriculture And Food Systems*, v.28, n.3, p.276-289, may. 2012.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. *Manual de adubação e de calagem: para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina*. 10. ed. Porto Alegre. SBSC, 2016.
- SILVA, A.P. *Diagnóstico sócio, econômico e ambiental: aspectos sobre a sustentabilidade da bacia hidrográfica dos Fragosos Concórdia/SC*. 2000. 205 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.
- STEENVOORDEN, J.H.A.M. *et al.* *Monitoring Van Nationale Ammoniakemissies Uit de Landbouw*. Reeks Milieuplanning 6. Dienst Landbouwkundig Onderzoek, DLO-Staring Centrum. Wageningen, The Netherlands. 1999.
- TASCA, F.A. *et al.* Volatilização de amônia do solo após a aplicação de ureia convencional ou com inibidor de urease. *R. Bras. Ci. Solo*, v.35, p.493-502, 2011.

Recebido para publicação em 02/06/2019 e aprovado em 18/09/2019.

