

Modelagem da Ingestão, Retenção e Excreção de Nitrogênio e Fósforo pela Suinocultura Brasileira

Paulo Alberto Lovatto¹, Luciano Hauschild², Lucélia Hauptli³, Cheila Roberta Lehnen⁴, Amanda d'Ávila Carvalho⁵

RESUMO - Um modelo estático, empírico e determinista da ingestão, retenção e excreção de N e P pela suinocultura brasileira (MSUINP) foi desenvolvido. Os princípios gerais foram baseados nos sistemas tecnológicos (ST), nas categorias animais, nas concentrações de N e P das dietas e nas eficiências digestiva e metabólica de N e P. O modelo integra três níveis de agregação e é constituído de dez compartimentos (N e P ingeridos, N e P do sistema gastrointestinal, N e P retidos, N e P fecais, N e P urinários), 300 subcompartimentos (50 relacionados aos ST e 250 às categorias animais). Os ST foram definidos pelo número de leitões terminados/matriz/ano. Os fluxos de N e P entre os compartimentos e as relações temporais de cada fase dentro das categorias animais seguiram modelos publicados. A ingestão e retenção total anual de N simuladas foram de 193 e 46 mil t, respectivamente e as excreções fecal e urinária de N simuladas foram de 37 e 110 mil t, respectivamente. Aproximadamente 58% da ingestão, 77% da retenção e 52% da excreção do N estão no sistema de alta tecnologia. A ingestão e retenção total anual de P simuladas foram de 46 e 11 mil t, respectivamente. As excreções fecal e urinária de P simuladas foram de 29 e 6 mil t, respectivamente. O modelo desenvolvido é capaz de simular adequadamente os fluxos de N e P nos sistemas de alta e média tecnologias de produção suína no Brasil.

Palavras chave: modelos, nutrição, alimentação, suínos

Modelling of Ingestion, Retention and Excretion of Nitrogen and Phosphorus of the Brazilian Pig Production

ABSTRACT - A static, empirical and determinist model of ingestion, retention and excretion of N and P was developed for the Brazilian pig production. The general principles were: technological systems (ST), animal categories, N and P in the diets, and digestive and metabolic efficiencies of N and P. The model integrates three aggregation levels, being constituted by ten compartments (ingestion, gastrointestinal contents, retention, and excretions of P and N), 300 sub-compartments (50 related to ST and 250 to animal categories). The ST was defined by the number of slaughter animals/sow/year. The flows of N and P among compartments and temporary relations were the same as literature data. The simulated N ingestion and retention were of 193 and 46 thousand t, respectively. The simulated N excretion by fecal and urinary was 37 and 110 thousand t, respectively. Approximately 58% of N ingestion, 77% of N retention and 52% of N excretion were observed in the high ST. The simulated P ingestion and retention were of 46 and 11 thousand t, respectively. The simulated P fecal and urinary excretion was of 29 and 6 thousand t, respectively. This model is adequate to simulate N and P flows for systems of high and medium technologies of the Brazilian pig production.

Key Words: model, nutrition, feeding, pigs

Introdução

A suinocultura brasileira é uma das atividades agrícolas que mais contribuem com o lançamento de nitrogênio (N) e fósforo (P) no meio ambiente. Isso tem induzido, muitas vezes, a avaliações parciais e equivocadas do verdadeiro impacto da atividade suinícola sobre os ecossistemas, principalmente os situados em regiões de alta densidade animal. Esses eventuais erros de avaliação têm origem, em grande

parte, na ausência de informações que quantifiquem adequadamente o consumo, a retenção e a excreção de N e P pelo rebanho suíno. Grande parte desse problema se relaciona à dificuldade de se caracterizar adequadamente os diferentes sistemas de produção suinícolas brasileiros.

Em alguns países, a produção de dejetos pela suinocultura atingiu níveis intoleráveis, levando a adoção de medidas restritivas visando a redução de seus efeitos negativos sobre o meio ambiente. Na União

¹ Veterinário, Professor Adjunto, Setor de Suinocultura, Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Campus Camobi, CEP: 97105-900. Autor para correspondências. E-mail: lovatto@smail.ufsm.br

² Zootecnista, Mestrando do Programa de Pós Graduação em Zootecnia (PPGZ/UFSM). Bolsista do CNPq.

³ Zootecnista, Mestranda do PPGZ/UFSM, bolsista da Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES).

⁴ Acadêmica de Zootecnia/UFSM, Bolsista da Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio Grande do Sul (FAPERGS).

⁵ Zootecnista, Mestranda do PPGZ/UFSM.

Européia, por exemplo, existe uma legislação específica que limita em 170 e 44 kg/ha/ano o lançamento de N e P, respectivamente, no solo (Dourmad et al., 1999b).

Na última década, a produção de carne suína no Brasil dobrou, passando de um para mais de dois milhões de toneladas por ano (IBGE, 2003), como resultado de melhorias na eficiência produtiva com o aumento na produção de animais terminados por matriz. Esse processo, no entanto, foi acompanhado por maior produção de dejetos, ao passo que a pesquisa com dejetos suínos aconteceu de forma segmentada e sem uma sistematização em nível nacional. Além disso, o N e o P, principais minerais com potencial poluidor, não foram estudados em uma perspectiva sistêmica. Até o momento, nenhum modelo publicado integrou variáveis quali-quantitativas para representar a diversidade dos sistemas suínos brasileiros. Neste trabalho, objetivou-se simular, pela modelagem, as dinâmicas do nitrogênio e do fósforo pela suinocultura brasileira (MSUINP).

Material e Métodos

O modelo foi desenvolvido pelo Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria. O MSUINP (Figura 1) é constituído de 10 compartimentos (CC): N e P ingeridos (N_{ING} ; P_{ING}), N e P sistema gastrointestinal (N_{SGI} ; P_{SGI}), N e P metabólico (N_{MET} ; P_{MET}), N e P fecal (N_{FEC} ; P_{FEC}) e N e P urinário (N_{URI} ; P_{URI}). Cada CC é dividido em cinco subcompartimentos (SC1), definidos segundo o sistema tecnológico (ST). Os ST foram classificados em cinco grupos pelo número de animais terminados/matriz/ano (TPA), obtido pela relação entre abate total e total de matrizes (IBGE, 2003). A definição do valor do limite de TPA para cada ST foi teórico pela falta desses parâmetros na literatura. Os estados com $TPA > 16,01$ foram classificados como de alta tecnologia (ALT); com TPA entre 9,69 e 16,00, como de média alta tecnologia (MAT); com TPA entre 8,88 e 9,69,

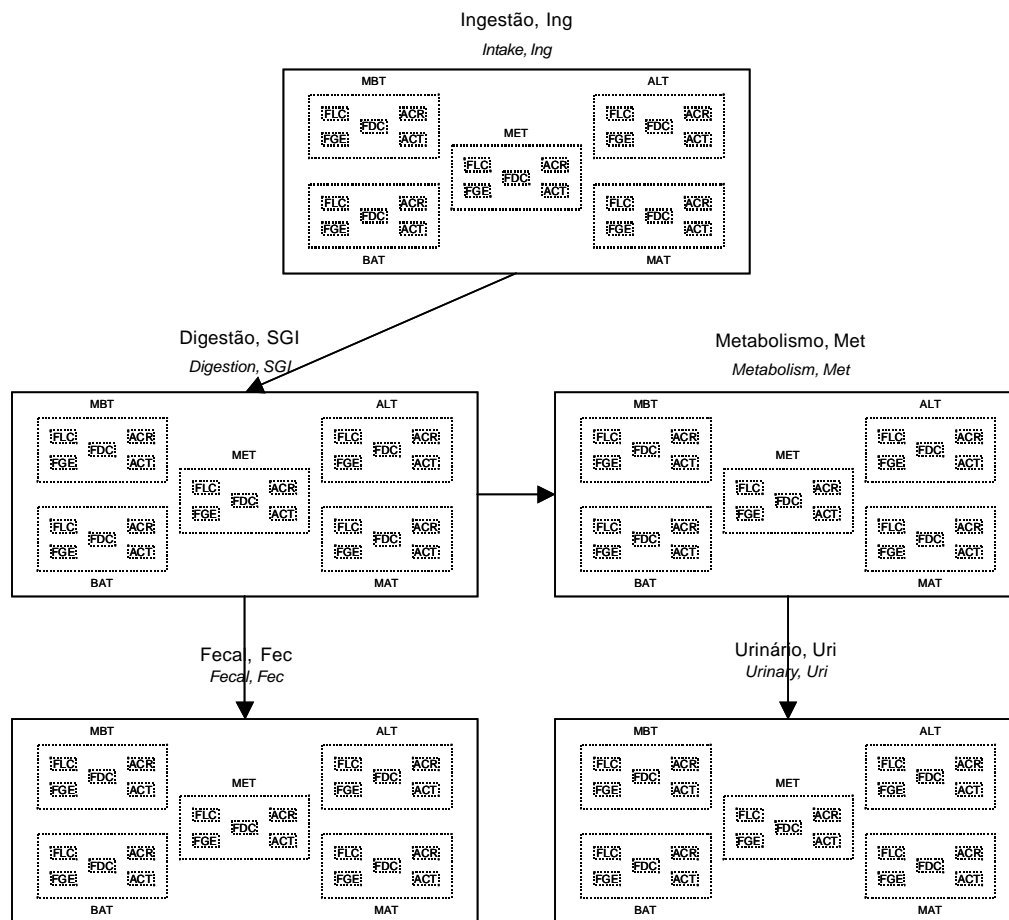


Figura 1 - Diagrama geral do modelo de ingestão, retenção, excreção de nitrogênio e fósforo pela suinocultura brasileira. Figure 1 - Model diagram of ingestion, retention and excretion of nitrogen and phosphorus by the Brazilian pig production.

como de média tecnologia (MET); com TPA entre 4,29 e 8,87, como de média baixa tecnologia (MBT); e com TPA <4,28, como de baixa tecnologia (BAT). Os SC1 foram divididos em cinco subcompartimentos (SC2), correspondentes às categorias animais integradas no modelo: fêmeas em lactação (FLC), fêmeas em gestação (FGE), fêmeas no intervalo desmame/cobertura (FDC), animais em creche (ACR) e animais em crescimento e terminação (ACT). As fêmeas FDC foram incluídas porque, nos ST médio-baixos, essa categoria tem importância nos fluxos de N e P. A base temporal dos SC2 foi o índice TPA, considerando-se o tempo FGE de 114 dias. Para FLC, FDC, ACR e ACT, foi considerado: ALT (21; 48; 42; 90), MAT (28; 61; 42; 97), MET (35; 79; 56; 109), MBT (45; 102; 63; 123) e BAT (52; 138; 70; 147). Em resumo, o MSUINP é constituído por 10 compartimentos (N e P ingeridos, N e P sistema gastrointestinal, N e P metabólicos, N e P fecais, N e P urinários) e 300 subcompartimentos (50 associados aos ST e 250 às categorias animais).

Diante da diversidade da produção suínica brasileira, foi incluído no MSUINP um ajuste teórico da ingestão de alimento, de acordo com cada sistema tecnológico, por meio da Equação 1 [$0,52 + ((TPA_{st} / TPA_{maj}) * 0,48)$], em que 0,52 é o coeficiente de ingestão mínima (variando de 0 a 1); TPA_{st} número de animais terminados/matriz/ano do sistema tecnológico i ; TPA_{maj} número maior de animais terminados/matriz/ano do ST

ALT; 0,48 amplitude de ingestão entre os níveis tecnológicos. Como a ingestão varia com o ST, foi incluído um ajuste de eficácia metabólica pela Equação 2 [$1 - (DIN_b / 0,448)$], em que DIN_b é a diferença entre a maior ingestão do ST ALT e a ingestão do ST em questão; 0,448 amplitude de ingestão ajustada entre os diferentes ST. O pressuposto desses ajustes é que, à medida que os sistemas de produção diminuem o uso de tecnologias, a ingestão qualitativa é o parâmetro mais afetado, repercutindo no uso metabólico dos nutrientes.

Os parâmetros dos fluxos de N e P utilizados no modelo são apresentados na Tabela 1. Os fluxos de N entre os diferentes compartimentos foram baseados nas estimativas de Dourmad et al. (1999a, 1999b). Não foram adotadas tabelas brasileiras porque a maioria dos fabricantes de ração adota tabelas estrangeiras. Os fluxos de P entre os diferentes compartimentos basearam-se nas estimativas de Bridges et al. (1995), Carter & Cromwell (1998), Dourmad et al. (1999a), Dourmad et al. (1999b) e van Kempen (1998).

Os dados globais da suinocultura brasileira foram decompostos, por estado, para o rebanho total, as matrizes, os leitões produzidos e os animais abatidos, segundo a FNP (2002). O modelo foi desenvolvido por meio dos programas Excel e ModelMaker (1999). No atual estágio de desenvolvimento, o MSUINP é classificado como estático, empírico e determinístico (Lovatto & Sauvant, 2001, 2002).

Tabela 1 - Parâmetros dos fluxos de nitrogênio e fósforo utilizados no modelo

Table 1 - Parameters of nitrogen and phosphorus flows used in the model

Categoria animal <i>Animal category</i>	Parâmetro, g/dia <i>Parameter, g/day</i>							
	Ingestão <i>Intake</i>		Retenção <i>Retention</i>		Excreção fecal <i>Fecal loss</i>		Excreção urinária <i>Urinary loss</i>	
	N	P	N	P	N	P	N	P
Lactação <i>Lactation</i>	152,96	37,77	63,02	13,97	25,91	20,82	64,03	2,97
Gestação <i>Gestation</i>	66,00	15,12	13,66	2,12	11,20	8,35	41,13	4,66
Intervalo desmame-cio <i>Weaning-estrus interval</i>	66,00	12,59	17,42	2,64	11,10	6,75	37,47	3,19
Creche <i>Post-weaning</i>	25,47	6,42	11,44	2,82	3,81	3,12	10,23	0,47
Crescimento/terminação <i>Growing/finishing</i>	52,72	12,72	17,34	4,32	8,93	7,29	26,45	1,11

Resultados e Discussão

O rebanho brasileiro é composto por 33 milhões de suínos e 2,87 milhões de matrizes, dos quais são abatidos 29 milhões de animais por ano (FNP, 2002). A classificação geográfica dos sistemas tecnológicos pelo MSUINP foi caracterizada (Figura 2) como: BAT - 395 mil km² (Alagoas, Roraima e Amapá); MBT - 5,1 milhões km² (Acre, Amazonas, Rondônia, Tocantins, Paraíba, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe, Maranhão, Ceará, Bahia, Pará e Pernambuco); MET - 89 mil km² (Rio de Janeiro e Espírito Santo); MAT - 2,4 milhões km² (Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, São Paulo e Distrito Federal); e ALT - 576 mil km² (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul). A classificação dos ST pelo MSUINP corrobora a importância da região sul no cenário suinícola brasileiro. O ST ALT detém aproximadamente 7% do território brasileiro, 51% do rebanho, 32% das matrizes e 54% do abate e já ocupou a área agrícola disponível tendo, portanto, nos ganhos de produtividade o único caminho para o aumento de produção. No entanto, os dados simulados revelam um conjunto de estados de MAT com características técnicas que os aproximam do grupo ALT. A maioria dos estados do ST MAT compõe a nova fronteira agrícola brasileira (Centro-Oeste), com forte participação na produção nacional de soja e milho. A MAT possui 29% do território brasileiro e 26% do rebanho das matrizes e dos animais para abate.

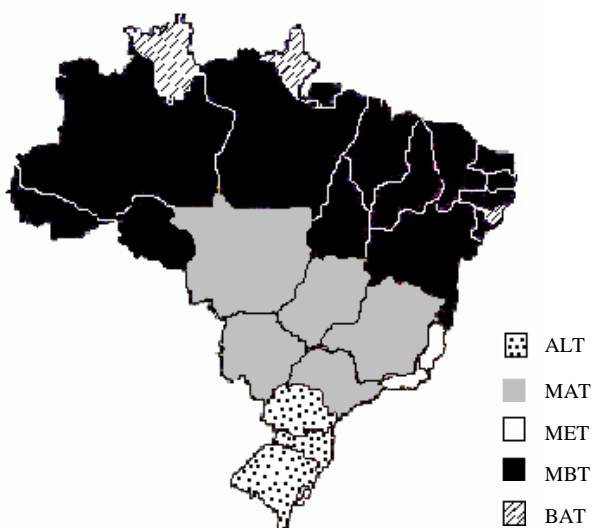


Figura 2 - Classificação dos sistemas tecnológicos da produção suinícola no Brasil simulados pelo MSUINP.

Figure 2 - Classification of the technological systems for the Brazilian pig production simulated by MSUINP.

Os resultados simulados pelo MSUINP podem orientar programas nacionais e/ou regionais de otimização do N e P da alimentação. A densidade de 109 suínos/km² no ST ALT (região Sul) revela situações de risco ambiental. Algumas micro-regiões, como o Oeste de Santa Catarina e o Norte-Noroeste do Rio Grande do Sul, têm densidades superiores a 130 suínos/km² (IBGE, 2003). Como essas regiões são tradicionais produtoras de suínos (ACCS, 2004), é fundamental ajustar o modelo para essa realidade, indicando os meios para redução da excreção de N e P pelos suínos.

Os fluxos de ingestão, retenção e excreções fecais e urinárias de N são apresentados na Tabela 2. O consumo total anual médio de N pela suinocultura brasileira simulado pelo MSUINP é de aproximadamente 193 mil toneladas e o sistema que mais consumiu foi o ALT (em torno de 58% do total). Se esse valor for somado àquele do MAT, tem-se mais de 80% do consumo de N. Os animais do desmame ao abate são responsáveis por mais de 72% do total do consumo de N por categoria animal. A retenção total de N simulada pelo MSUINP foi de, aproximadamente, 46 mil toneladas. Aproximadamente 94% dessa retenção foi observada nos sistemas de alta e média alta tecnologias. Do desmame ao abate, os animais foram responsáveis por mais de 80% da retenção. A excreção total de N simulada pelo MSUINP foi em torno de 147 mil toneladas (25% via fecal e 75% via urinária). Os sistemas alto e médio alto foram responsáveis por quase 77% da excreção e 73% desse volume foi excretado pelos animais em crescimento e terminação e pelas fêmeas em gestação. Os resultados dos fluxos compartimentais comprovam que os animais dos ST com alta tecnologia consomem 58% do N, mas retêm mais de 77%. Por outro lado, os animais situados no sistema de baixa tecnologia ingerem 0,48% e retêm somente 0,04%. Essas diferenças na eficiência de utilização do N entre os ST extremos indicam que os ajustes de ingestão e de metabolismo permitem ao MSUINP, mesmo que empiricamente, mudarem a taxa de utilização metabólica do N.

Os fluxos de ingestão e retenção e as excreções fecais e urinárias de P são apresentados na Tabela 3. O consumo total anual médio de P pela suinocultura brasileira, simulado pelo MSUINP, foi de aproximadamente 46 mil toneladas. O sistema que mais consumiu P foi o ALT e seu valor (59%), somado àquele do MAT, corresponde a 81% do consumo de P. Quando se analisa o consumo de P por categoria animal, nota-se

Tabela 2 - Fluxos de ingestão, retenção e excreção de N simulados pelo MSUINP para a suinocultura brasileira
 Table 2 - Nitrogen flows of intake, retention and excretion of the Brazilian pig production simulated by MSUINP

Sistema tecnológico <i>Technological system</i>	Categoria animal <i>Animal class</i>	N ingerido, t/a <i>N intake, t/y</i>	N retido, t/a <i>N retained, t/y</i>	N excretado, t/a <i>N losses, t/y</i>		
				Fecal <i>Fecal</i>	Urinário <i>Urinary</i>	Total <i>Total</i>
Alto <i>High</i>	Lactação (<i>Lactation</i>)	5617	2202	985	2430	3415
	Gestação (<i>Gestation</i>)	13158	2591	2262	8305	10567
	IDC ¹ (<i>WEI</i>)	5482	1377	938	3167	4105
	Creche (<i>Post-weaning</i>)	16277	6965	2527	6785	9312
	Crescimento/Terminação <i>Growing/finishing</i>	72196	22636	12506	37054	49560
	Sub-total	112730	35771	19218	57741	76959
Média-alta <i>Medium-high</i>	Lactação (<i>Lactation</i>)	3565	781	802	1982	2784
	Gestação (<i>Gestation</i>)	6263	689	1193	4381	5574
	IDC ¹ (<i>WEI</i>)	3339	469	656	2214	2870
	Creche (<i>Post-weaning</i>)	5157	1231	1065	2861	3926
	Crescimento/Terminação <i>Growing/finishing</i>	24652	4313	5132	15207	20339
	Subtotal	42976	7483	8848	26645	35493
Média <i>Medium</i>	Lactação (<i>Lactation</i>)	272	54	63	155	218
	Gestação (<i>Gestation</i>)	382	38	73	271	344
	IDC ¹ (<i>WEI</i>)	265	34	53	178	231
	Creche (<i>Post-weaning</i>)	437	95	93	249	342
	Crescimento/Terminação <i>Growing/finishing</i>	1760	281	373	1106	1479
	Sub-total	3116	502	655	1959	2614
Média-baixa <i>Medium-low</i>	Lactação (<i>Lactation</i>)	4521	408	1185	2928	4113
	Gestação (<i>Gestation</i>)	4942	224	1010	3708	4718
	IDC ¹ (<i>WEI</i>)	4409	255	950	3204	4154
	Creche (<i>Post-weaning</i>)	3876	382	948	2546	3494
	Crescimento/Terminação <i>Growing/finishing</i>	15662	1130	3667	10865	14532
	Subtotal	33410	2399	7760	23251	31011
Baixa <i>Low</i>	Lactação (<i>Lactation</i>)	179	5	50	124	174
	Gestação (<i>Gestation</i>)	169	2	36	131	167
	IDC ¹ (<i>WEI</i>)	205	4	46	155	201
	Creche (<i>Post-weaning</i>)	58	2	15	41	56
	Crescimento/Terminação <i>Growing/finishing</i>	252	7	62	183	245
	Sub-total	863	20	209	634	843
	Total	193095	46175	36690	110230	146920

¹ IDC: intervalo desmame-cio (*WEI, weaning-estrus interval*).

que os animais do desmame ao abate são responsáveis por mais de 74% do total. A retenção total de P simulada pelo MSUINP foi de 11 mil toneladas e aproximadamente 94% dessa retenção foi observada nos sistemas de alta e média alta tecnologias. Os animais do desmame ao abate representaram mais de 84,9% da retenção. A excreção total de P simulada pelo MSUINP foi de aproximadamente 35 mil toneladas, 83% via fecal e 17% via urinária. Os sistemas alto e médio alto responderam por quase 77% da excreção e os animais em crescimento e

terminação e as fêmeas em gestação excretaram 73% desse volume. Os resultados dos fluxos compartimentais revelam que os animais dos estados com alta tecnologia consomem 58% do P, mas retêm quase 78%, enquanto aqueles situados no sistema de baixa tecnologia ingerem 0,43% e retêm somente 0,04%. Como observado anteriormente, essas diferenças de eficiência revelam que os ajustes de ingestão e de metabolismo permitem ao MSUINP, mesmo que empiricamente, mudar a taxa de utilização metabólica do P.

Tabela 3 - Fluxos de ingestão, retenção e excreção de P simulados pelo MSUINP para a suinocultura brasileira
 Table 3 - Phosphorus flows of intake, retention and excretion of the Brazilian pig production simulated by MSUINP

Sistema tecnológico <i>Technological system</i>	Categoria animal <i>Animal class</i>	P ingerido, t/a <i>P intake, t/y</i>	P retido, t/a <i>P retained, t/y</i>	P excretado, t/a <i>P losses, t/y</i>		
				Fecal <i>Fecal</i>	Urínario <i>Urinary</i>	Total <i>Total</i>
Alto <i>High</i>	Lactação (<i>Lactation</i>)	1387	488	787	112	899
	Gestação (<i>Gestation</i>)	3014	402	1677	935	2612
	IDC ¹ (<i>WEI</i>)	1046	209	568	269	837
	Creche (<i>Post-weaning</i>)	4103	1720	2068	315	2383
	Crescimento/Terminação <i>Growing/finishing</i>	17419	5644	10221	1554	11775
	Subtotal	26969	8463	15321	3185	18506
Média-alta <i>Medium-high</i>	Lactação (<i>Lactation</i>)	880	173	619	88	707
	Gestação (<i>Gestation</i>)	1435	107	853	475	1328
	IDC ¹ (<i>WEI</i>)	637	71	384	182	566
	Creche (<i>Post-weaning</i>)	1300	304	865	131	996
	Crescimento/Terminação <i>Growing/finishing</i>	5948	1075	4230	643	4873
	Subtotal	10200	1730	6951	1519	8470
Média <i>Medium</i>	Lactação (<i>Lactation</i>)	67	12	48	7	55
	Gestação (<i>Gestation</i>)	87	6	52	29	81
	IDC ¹ (<i>WEI</i>)	51	5	31	15	46
	Creche (<i>Post-weaning</i>)	110	24	75	11	86
	Crescimento/Terminação <i>Growing/finishing</i>	425	70	308	47	355
	Subtotal	740	117	514	109	623
Média-baixa <i>Medium-low</i>	Lactação (<i>Lactation</i>)	1116	90	898	128	1026
	Gestação (<i>Gestation</i>)	1132	35	705	392	1097
	IDC ¹ (<i>WEI</i>)	841	39	545	257	802
	Creche (<i>Post-weaning</i>)	977	94	766	117	883
	Crescimento/Terminação <i>Growing/finishing</i>	3779	282	3035	462	3497
	Subtotal	7845	540	5949	1356	7305
Baixa <i>Low</i>	Lactação (<i>Lactation</i>)	44	1	38	5	43
	Gestação (<i>Gestation</i>)	39	0	25	14	39
	IDC ¹ (<i>WEI</i>)	39	1	26	12	38
	Creche (<i>Post-weaning</i>)	15	1	12	2	14
	Crescimento/Terminação <i>Growing/finishing</i>	61	2	51	8	59
	Subtotal	198	5	152	41	193
	Total	45952	10855	28887	6210	35097

¹ IDC: intervalo desmame-cio (*WEI, weaning-estrus interval*).

Um dos aspectos mais sensíveis de qualquer modelo de fluxos de N e P é a utilização digestiva, e principalmente metabólica, desses nutrientes pelas diferentes categorias de suínos (Bridges et al., 1995). A digestibilidade média de N nas diferentes categorias é de aproximadamente 80% (Dourmad et al., 1999b) e a de P, de 39% (Sands et al., 2001). Para a utilização metabólica, os coeficientes apresentam variações importantes (Fernandez et al., 1999). Estudos de Van Der Peet-Schwering et al. (1999) mostraram que o N excretado total (% ingerido) foi de 57, 86,

46 e 67% para porcas em lactação, vazias/gestantes e leitões nas fases de creche, crescimento e terminação, respectivamente. Para as mesmas categorias animais, os valores simulados pelo MSUINP foram de 76, 85, 66 e 75%. Como pode se observar, a excreção simulada de N para fêmeas vazias/gestantes foi correta, mas foi 33, 43 e 10% superior para matrizes em lactação e animais nas fases de creche e crescimento/terminação, respectivamente. Essas diferenças se devem, sobretudo, à redução da eficiência metabólica pela menor ingestão de N pelos animais de níveis

tecnológicos mais baixos. O modelo simula melhor nos níveis tecnológicos mais altos. No caso do ST ALT, que apresenta níveis um pouco abaixo da média européia, os resultados simulados se ajustaram melhor, principalmente para as fêmeas e os animais em crescimento/terminação.

A digestibilidade média do P orgânico pelas diferentes categorias foi próxima de 66% (Dourmad et al., 1999a). Estudos de Van Der Peet-Schwering et al. (1999) comprovaram que o P excretado total (% ingerido) é de 55, 85, 38 e 63%, para matrizes em lactação, vazias/gestantes e leitões em creche e em crescimento/terminação, respectivamente. Os valores simulados pelo MSUINP para as mesmas categorias animais foram de 78, 89, 67 e 73%. A excreção simulada de P para fêmeas vazias/gestantes foi correta, mas foi 38, 74 e 19% superior para matrizes em lactação e animais em creche e em crescimento/terminação, respectivamente. Essas diferenças são atribuídas, sobretudo, à diminuição da eficiência metabólica decorrente da redução da ingestão de P pelos animais de níveis tecnológicos mais baixos.

Os resultados simulados dos fluxos de N e P em condições de média alta tecnologias são coerentes com aqueles apresentados em situações experimentais (Lenis et al., 1999; Nyachoti et al., 2000), em modelos de digestão (Rivest et al., 2000) ou de metabolismo (Moughan et al., 1998; Lovatto & Sauvant, 2003). No entanto, os resultados simulados devem ser confrontados com as especificidades no interior de cada sistema tecnológico. Os ajustes teóricos de ingestão e utilização metabólica do N e P utilizados no MSUINP respondem razoavelmente bem, mas necessitam de uma parametrização mais mecanicista.

Conclusões

O modelo desenvolvido é capaz de simular satisfatoriamente as dinâmicas do nitrogênio e do fósforo nos sistemas suínocolas brasileiros de média e alta tecnologias. É necessário dotar o modelo de parâmetros mais mecanicistas nos sistemas de média baixa tecnologia.

Literatura Citada

- ACCS. Relatório 2004. Associação Catarinense de Criadores de Suínos. Acessado em 04/05/2005, disponível em: <http://www.accs.org.br>
- BRIDGES, T.C.; TURNER, L.W.; CROMWELL, G.L. et al. Modelling the effects of diet formulation on nitrogen and phosphorus excretion in swine waste. **Applied Engineering in Agriculture**, v.11, n.5, p.731, 1995.
- CARTER, S.D.; CROMWELL, G.L. Influence of porcine somatotropin on the phosphorus requirement of finishing pigs: I. Performance and bone characteristics. **Journal of Animal Science**, v.76, n.2, p.584-595, 1998.
- DOURMAD, J.Y.; GUINGAND, N.; LATIMIER, P. et al. Nitrogen and phosphorus consumption, utilisation and losses in pig production: France. **Livestock Production Science**, v.58, n.3, p.199-211, 1999a.
- DOURMAD, J.Y.; SEVE, B.; LATIMIER, P. et al. Nitrogen consumption, utilisation and losses in pig production in France, the Netherlands and Denmark. **Livestock Production Science**, v.58, n.3, p.261-264, 1999b.
- FERNANDEZ, J.A.; POULSEN, H.D.; BOISEN, S. et al. Nitrogen and phosphorus consumption, utilisation and losses in pig production: Denmark. **Livestock Production Science**, v.58, p.225-242, 1999.
- FNP. 2002. Anualpec 2002 - Anuário da produção brasileira. FNP Consultoria & Comércio, São Paulo.
- IBGE. Censos agropecuários. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. acessado em 15/04/2003, disponível em: <http://www.ibge.gov.br>.
- LENIS, N.P.; VAN DIEPEN, H.T.; BIKKER, P. et al. Effect of the ratio between essential and nonessential amino acids in the diet on utilization of nitrogen and amino acids by growing pigs. **Journal of Animal Science**, v.77, n.7, p.1777-1787, 1999.
- LOVATTO, P.A.; SAUVANT, D. Modelagem aplicada aos processos digestivos e metabólicos do suíno. **Ciência Rural**, v.31, n.4, 2001.
- LOVATTO, P.A.; SAUVANT, D. Premissas básicas para o desenvolvimento de modelos na agricultura. In: MODELOS PARA A TOMADA DE DECISÕES NA PRODUÇÃO DE BOVINOS E OVINOS, 1, 2002, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 2002. p.9-33.
- LOVATTO, P.A.; SAUVANT, D. Modelling homeorhetic and homeostatic controls of pig growth. **Journal of Animal Science**, v.81, n.3, p.683-696, 2003.
- MODELMAKER. **Modelmaker**. Oxford: Cherwell Scientific Ltda, 1999.
- MOUGHAN, P.J.; SOUFFRANT, W.B.; HODGKINSON, S.M. Physiological approaches to determining gut endogenous amino acid flows in the mammal. **Archiv fur Tierernahrung-archives of Animal Nutrition**, v.51, n.2-3, p.237-252, 1998.
- NYACHOTI, C.M.; DE LANGE, C.F.; MCBRIDE, B.W. et al. Endogenous gut nitrogen losses in growing pigs are not caused by increased protein synthesis rates in the small intestine. **Journal Nutrition**, v.130, n.3, p.566-572, 2000.
- RIVEST, J.; BERNIER, J.F.; POMAR, C. A dynamic model of protein digestion in the small intestine of pigs. **Journal of Animal Science**, v.78, n.2, p.328-340, 2000.
- SANDS, J.S.; RAGLAND, D.; BAXTER, C. et al. Phosphorus bioavailability, growth performance, and nutrient balance in pigs fed high available phosphorus corn and phytase. **Journal of Animal Science**, v.79, n.8, p.2134-2142, 2001.
- Van der PEET-SCHWERING, C.; JONGBLOED, A.W.; AARNINK, A.J. Nitrogen and phosphorus consumption, utilisation and losses in pig production: The Netherlands. **Livestock Production Science**, v.58, p.213-224, 1999.
- Van KEMPEN, T. Nutritional strategies to reduce the excretion of nitrogen and phosphorus in swine waste. **Swine News**, n.21, p.21, 1998.

Recebido em: 20/09/04

Aceito em: 15/07/05