

## VI-230 - REDUÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA E DA PRODUÇÃO DE DEJETOS NA SUINOCULTURA – UM CAMINHO PARA A SUSTENTABILIDADE

**Jorge Manuel Rodrigues Tavares<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Zootécnico pelo Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, Portugal (ISA/UTL). Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Doutorando em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

**Paulo Belli Filho**

Engenheiro Sanitário e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Mestre em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Doutor em Química Industrial e Ambiental pela Universidade de Rennes I, França (URI). Pós Doutor pela Escola Politécnica de Montreal, Canadá. Professor Associado do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal Santa Catarina (UFSC).

**Arlei Coldebella**

Médico Veterinário pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Mestre em Estatística e Experimentação Agrônoma pela Universidade de São Paulo (USP). Doutor em Ciência Animal e Pastagens pela Universidade de São Paulo (USP). Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária no Centro Nacional de Suínos e Aves, Concórdia, Santa Catarina (EMBRAPA).

**Bruna do Nascimento Amorim**

Engenheira Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Mestranda em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

**Paulo Armando Victoria de Oliveira**

Engenheiro Agrícola pela Universidade Federal de Pelotas (UFPEL). Mestre em Pré Processamento de Produtos Agrícolas pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Doutor em Ciências Ambientais pela Escola Nacional Superior de Agronomia de Rennes, França. Pesquisador A da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária no Centro Nacional de Suínos e Aves, Concórdia, Santa Catarina (EMBRAPA).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Campus Universitário. Caixa Postal: 476 – Trindade – Florianópolis – SC – CEP: 88010-970, Brasil – Tel: (48) 3721 7743 - e-mail: [jorgemrtavares@gmail.com](mailto:jorgemrtavares@gmail.com)

### RESUMO

O experimento realizado mediu o consumo de água e a produção de dejetos na suinocultura, em Santa Catarina, Brasil. Os problemas ambientais que resultam desta atividade têm demandado o desenvolvimento de sistemas de produção sustentáveis, considerando-se o consumo de água um importante impacto ambiental, quer pelo seu gasto enquanto recurso natural, quer pela produção de dejetos associada. Como objetivos específicos mediu-se o consumo de água e a produção de dejetos em três sistemas de produção [tender (t=10 semanas), normal (t=15 semanas e parma (t=18 semanas)], em função de diferentes tipos de bebedouros para a dessedentação animal (bite ball, chupeta e taça/concha ecológica) e respectivos tempos de alojamento considerados. Para tal, foram monitoradas e avaliadas diariamente, 15 granjas comerciais de suínos na fase de crescimento/terminação, entre Abril e Dezembro de 2011. Instalaram-se hidrômetros em todas as linhas de abastecimento de água dos edifícios de produção nas granjas, caixas de fibra de vidro de 5 m<sup>3</sup> para retenção diária dos dejetos produzidos e coletaram-se semanalmente, amostras para caracterização do dejetos. As médias do consumo de água e da produção de dejetos determinadas em função dos tempos de alojamento dos suínos foram 7,13, 7,62 e 7,87 L.suíno<sup>-1</sup>.d<sup>-1</sup> e 4,20, 4,58 e 4,84 L.suíno<sup>-1</sup>.d<sup>-1</sup>, respectivamente, para t=10, t=15 e t=18 semanas. O consumo de água, para os diferentes tipos de bebedouros instalados, apresentou diferenças significativas em t=18 semanas. As médias dos dejetos produzidos apresentaram também diferenças significativas em função dos bebedouros instalados para os três tempos de alojamento considerados, para o teste F com P≤0,05. As médias finais do experimento determinadas para a produção de dejetos na suinocultura do estado foram inferiores às usadas pela Fundação Meio Ambiente, em Santa Catarina (7,0 L.suíno<sup>-1</sup>.d<sup>-1</sup>).

**PALAVRAS-CHAVE:** Estado de Santa Catarina, suinocultura, consumo de água, produção de dejetos.

## INTRODUÇÃO

Considerado no passado como um país de elevado potencial para a produção de proteína animal (bovina, suína e aves), o Brasil é hoje uma certeza mundial. Entre as produções pecuárias, a suinocultura destacou-se como um importante fator para o desenvolvimento econômico do país, promovendo efeitos multiplicadores de renda e emprego em todos os setores da economia (primários, secundários e terciários). Contribuindo significativamente para a afirmação do país no setor pecuário mundial, a suinocultura apresentou a partir da década de 70 do século XX e, mais especificamente, na primeira década do século XXI, uma distinta evolução científica, técnica e tecnológica (sistemas e modelos de produção, equipamentos para a ingestão de água e ração, genética, manejo diário, nutrição e aspectos sanitários) (TAVARES; OLIVEIRA; BELLI FILHO, 2012). Atualmente, a suinocultura brasileira é comparada com as melhores no mundo devido aos seus índices de produção. Neste cenário, a produção catarinense é classificada como a mais dinâmica no país, possuindo uma relevância econômica, ambiental, social e cultural (BELLI FILHO et al., 2001). Não obstante essa classificação, a suinocultura apresenta em diversas situações baixa qualidade ambiental, proporcionando conflitos no uso da água e degradação da saúde ambiental, prejudicando deste modo, o surgimento e o desenvolvimento de outras atividades econômicas.

As reservas de água são essências para as atividades pecuárias (OLIVEIRA, 2002a). Valores apresentados em 2012, mostram que em média, 92% do consumo de água doce no mundo estão associados às atividades agrícolas (HOEKSTRA; MEKONNEN, 2012), sendo que a suinocultura é também classificada como atividade que consome elevados volumes de água (consumo animal, produção dos grãos, abate e processamento da carne). O consumo de água e de outros insumos tem importante impacto ambiental, quer pelo seu gasto enquanto recurso natural, quer pela intensidade do impacto que resulta do volume de dejetos gerados cadeia de produção de suínos, com especial destaque para a fase de crescimento/terminação (FERREIRA et al., 2007). Segundo os autores, o aumento da densidade animal em menores áreas, tem gerado maior pressão no uso da água, o que, em caso de má gestão, afeta a sua qualidade enquanto recurso natural, tornando-se um bem essencial cada vez mais escasso no futuro e comprometendo a sustentabilidade da própria atividade. O gasto de água exacerbado em regiões de maior intensidade produtiva, se não tiver uma gestão adequada, associado à incorreta aplicação dos dejetos produzidos no solo, reduz a disponibilidade de água com qualidade, nas fontes subterrâneas e principalmente nos mananciais superficiais.

A evolução dos sistemas de produção na suinocultura motivou o aumento do número de granjas do tipo “intensivo” decorrentes do modelo agroindustrial (sistema de produção de animais confinados – SPAC), em detrimento das granjas do tipo “familiar”, extensivas e intensivas, de menor produção. Esta alteração gerou o incremento no volume de dejetos produzidos por área disponível, e como consequência, um problema ambiental quanto ao destino final desse efluente (TAVARES, 2008). Consequentemente, os sistemas de armazenamento/tratamento dos dejetos deixaram de estar dimensionados corretamente para receber o volume total produzido por dia que, associado à inexistência de solo disponível para a aplicação do dejetos vem provocando desequilíbrios ambientais graves e afetando a sustentabilidade da suinocultura (contaminação física, química e microbiológica do meio receptor natural – solo e água) (MIRANDA, 2005). O desperdício de ração e água inerente aos equipamentos de produção instalados nas granjas, em conjunto com o volume excessivo de água gasto nos programas de limpeza e desinfecção faz dos dejetos produzidos uma importante fonte de poluição, principalmente quando o manejo e o destino final são realizados incorretamente (TAVARES, 2012).

A suinocultura catarinense é coordenada significativamente pela agroindústria sob a forma de integração ou outro modo contratual; a maioria dos produtores possui pequenas propriedades e o manejo diário é realizado através de mão-de-obra familiar. O produtor integrado recebe da agroindústria o suíno, a ração, a assistência técnica necessária à produção e a certeza da entrega do animal produzido para o abate em frigorífico (TAVARES, 2012). Segundo dados apresentados para o ano de 2011, o Brasil totalizou um rebanho médio de 36,652 milhões de cabeças, sendo considerado o quarto maior produtor ( $3,2 \text{ milhões ton} \cdot \text{ano}^{-1}$ ) e exportador mundial de suínos ( $584 \text{ mil ton} \cdot \text{ano}^{-1}$ ) (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 2012). O estado de Santa Catarina destaca-se no cenário suinícola brasileiro como o maior produtor (aproximadamente 20,3% do total nacional), possuindo um rebanho médio de 7.968.166 de suínos, concentrados principalmente na Mesorregião do Oeste Catarinense (76%) (BRASIL, 2011). Estes valores têm maior importância face a outros estados, quando se compara o rebanho por área territorial ( $95.703 \text{ km}^2 - 1,12\%$  do território nacional) e população residente em Santa Catarina (6.179 milhões de habitantes – 3,3% do total do país) (BRASIL, 2010).

A suinocultura é considerada e enquadrada pelos órgãos de controle ambiental como atividade produtiva, causadora de degradação ambiental e apresentando elevado potencial poluidor. O processo de licenciamento ambiental das propriedades suinícolas em Santa Catarina envolve as informações contidas na Instrução Normativa – IN 11 da Fundação do Meio Ambiente (FATMA).

A Tabela 1 apresenta os valores de referência utilizados pela Fundação do Meio Ambiente em Santa Catarina, para a estimativa da produção média de dejetos nas diversas fases do sistema de criação de suínos e considerando as perdas médias de água nos bebedouros utilizados na dessedentação animal.

**Tabela 1 – Estimativa da produção média de: esterco (kg), esterco + urina (kg) e dejetos líquidos (L).**

Categoria de Suínos	Esterco (kg·d <sup>-1</sup> )	Esterco + Urina (kg·d <sup>-1</sup> )	Dejetos Líquidos (L·d <sup>-1</sup> )	Estrutura para Armazenamento (m <sup>3</sup> ·animal <sup>-1</sup> ·mês <sup>-1</sup> )	
				Esterco + Urina	Dejetos Líquidos
<b>25 – 100 kg</b>	2,30	4,90	7,00	0,16	0,25
<b>Porcas em gestação</b>	3,60	11,00	16,00	0,34	0,48
<b>Porcas em lactação</b>	6,40	18,00	27,00	0,52	0,81
<b>Machos</b>	3,00	6,00	9,00	0,18	0,28
<b>Leitões</b>	0,35	0,95	1,40	0,04	0,05
<b>Média</b>	<b>2,35</b>	<b>5,80</b>	<b>8,60</b>	<b>0,17</b>	<b>0,27</b>

Fonte: Oliveira (1993).

Com o objetivo de responder à lacuna de informações atuais relativa aos valores de referência diários da suinocultura catarinense, o presente experimento teve como objetivo geral medir o consumo de água e a produção de dejetos em 15 granjas de produção de suínos, na fase fisiológica de crescimento/terminação em Santa Catarina. O objetivo específico foi avaliar e comparar os resultados obtidos em três sistemas de produção [tender (t=10 semanas), normal (t=15 semanas e parma (t=18 semanas)], em função de diferentes tipos de bebedouros para a dessedentação animal [Bite Ball (BB), Chupeta (CH) e taça/concha ecológica (EC)] e respectivos tempos de alojamento considerados.

O desenvolvimento deste trabalho contou com o apoio e a participação das seguintes empresas: Brasil Foods (BRF), Associação das Indústrias de Carnes e Derivados de Santa Catarina (AINCADESC), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Suínos e Aves (EMBRAPA) e do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina (PPGEA/UFSC).

## MATERIAIS E MÉTODOS

No desenvolvimento do experimento foram monitorados 17 ciclos de produção de suínos na fase de crescimento/terminação (do alojamento ao abate), em 15 granjas comerciais, no período de Abril a Dezembro de 2011, considerando-se três tempos de alojamento (t=10, t=15 e t=18 semanas). O experimento foi realizado nos Municípios de Arbutã, Concórdia, Ipumirim e Jaborá, em Santa Catarina. Para avaliação dos dados obtidos durante o experimento em campo utilizou-se a teoria de modelos mistos para medidas repetidas, considerando os efeitos do tipo de bebedouro, do tempo de alojamento dos animais em cada sistema de produção (como medida repetida), da interação desses dois fatores e 16 tipos de estruturas de matriz de variâncias e covariâncias, usando o PROC MIXED do *Statistical Analysis System*®. A estrutura utilizada na análise foi escolhida com base no menor valor do Critério de Informação de Akaike (AIC). O método de estimação foi o de máxima verossimilhança restrita. O desdobramento da análise para o efeito de tipo de bebedouro foi realizado através do teste *t*, sempre que o teste *F* foi significativo a 5%. Foi realizada uma análise para cada sistema de produção considerado.

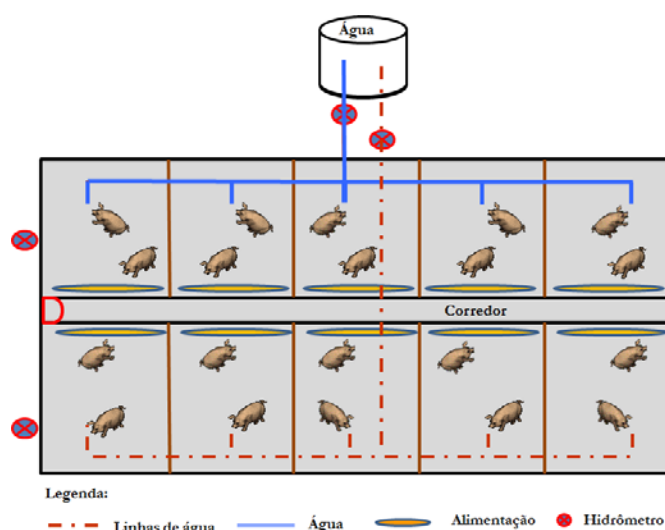
## CONSUMO DE ÁGUA

A medição do consumo de água foi monitorada desde o alojamento dos animais até à saída para o abate, considerando o volume de água ingerido e desperdiçado pelos suínos (consumo animal) e outros gastos inerentes à produção (umedecimento da ração, nebulização e limpeza de equipamentos e instalações). As granjas monitoradas possuíam instalados um dos três diferentes bebedouros em avaliação (BB, CH e EC), em

um total de cinco granjas com cada tipo. A determinação do consumo de água foi realizada através da leitura por parte do produtor, dos valores registrados diariamente nos hidrômetros de precisão instalados em cada uma das linhas de abastecimento de água (períodos de 24 horas), para as diversas atividades de manejo. Os hidrômetros instalados eram da marca **ITRON, modelo UNIMAG TU III HV e modelo UNIMAG CYBLE PN 10**, ambos do tipo turbina com diâmetro médio de polegada de 3/4”.

O número de ciclos de produção monitorados (n) variou para o sistema de produção (tender, normal e parma) e para o tipo de bebedouro considerado. Assim: t=10 [BB (n=6); CH (n=5); EC (n=5)], t=15 [BB (n=3); CH (n=5); EC (n=4)] e t=18 [BB (n=3); CH (n=5); EC (n=3)].

A Figura 1 apresenta o esquema do edifício de produção com as linhas de abastecimento de água, o local de alimentação e a localização dos hidrômetros.



**Figura 1 - Esquema do edifício de produção com as linhas de abastecimento de água e hidrômetros instalados.**

## PRODUÇÃO DE DEJETOS

A medição dos dejetos gerados pelos suínos, nas granjas de produção suinícolas foi realizada pela observação diária dos volumes de dejetos produzidos e depositados no interior de caixas de fibra de vidro de 5 m<sup>3</sup>, marca FIBRATEC® e FORTLEV®. As caixas de fibra de vidro foram instaladas especificamente em cada granja entre o edifício de alojamento e o sistema de armazenamento de dejetos, sendo possível determinar os volumes produzidos diariamente pelos suínos. Para facilitar a retenção dos dejetos produzidos foram colocados registros à saída das caixas instaladas, de modo a ser possível medir com uma régua a altura da lâmina de dejetos armazenados.

A Figura 2 exibe o procedimento de leitura da altura dos dejetos no interior da caixa de fibra de vidro.



**Figura 2 - Medição da altura do dejetos na caixa de fibra de vidro.**

O número de ciclos de produção monitorados (n) variou para o sistema de produção (tender, normal e parma) e para o tipo de bebedouro considerado. Assim: t=10 [BB (n=7); CH (n=5); EC (n=5)], t=15 [BB (n=3); CH (n=5); EC (n=4)] e t=18 [BB (n=3); CH (n=5); EC (n=3)].

A Figura 3 apresenta um esquema do alojamento dos suínos e as linhas de descarga dos dejetos na edificação, com canaletas fechadas e a caixa instalada para o armazenamento diário dos dejetos produzidos nas granjas monitoradas e avaliadas.

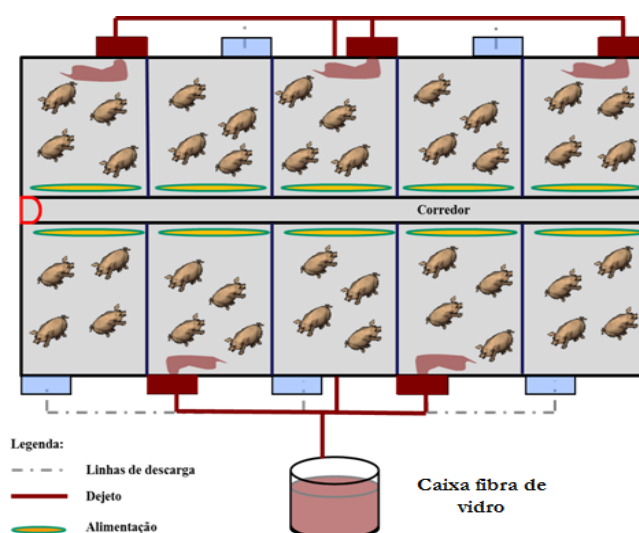


Figura 3 - Esquema do alojamento dos suínos e linhas de descarga dos dejetos.

## OUTRAS DETERMINAÇÕES

Paralelamente à metodologia utilizada para medição do consumo de água e da produção dos dejetos nas granjas, em função do tipo de bebedouro instalado e do tempo de alojamento dos suínos foram realizadas outros procedimentos, tais como (TAVARES, 2012):

- ✗ **Caracterização físico-química dos dejetos:** realizada pelos técnicos da EMBRAPA Suínos e Aves, em Concórdia segundo o *Standard Methods* (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION, WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION, 2005). A amostragem dos dejetos produzidos pelos suínos foi realizada em cada uma das 15 granjas monitoradas, após a seleção dos locais nas canaletas dos edifícios de produção, para a coleta das alíquotas. Procedeu-se a uma homogeneização dos dejetos ainda nas canaletas e, foi retirada em cada local escolhido, uma alíquota para um recipiente com volume de 20 L. Após nova homogeneização no recipiente de 20 L, coletou-se uma amostra de um litro para frasco de plástico específico. A amostra foi encaminhada imediatamente após coleta para análise, depois de acondicionada em caixas térmicas de isopor com gelo. O número de amostras coletadas em cada granja dependeu do tempo de alojamento dos suínos (t=10, t=15 e t=18 semanas). As variáveis analisadas foram: pH; sólidos (totais, fixos e voláteis); demanda química de oxigênio (DQO); nitrogênio total (NTK) e nitrogênio amoníaco ( $\text{N-NH}_4^+$ ); fósforo (P); potássio (K); cobre (Cu) e zinco (Zn). A amostra da semana t=1 em cada granja foi desconsiderada devido a dificuldades na amostragem e coleta dos dejetos (diferentes dias de alojamento dos animais).
- ✗ **Caracterização físico-química da ração:** os suínos foram alimentados com diferentes rações, dependendo do tempo de alojamento. O número de rações fornecidas variou em número (entre 5 e 9) e quanto à sua composição físico-química. Após amostragem semanal, a análise físico-química foi realizada nos laboratórios da EMBRAPA Suínos e Aves, em Concórdia. As variáveis analisadas foram: matéria seca (MS), matéria mineral (MM), Nitrogênio Total (NT), Fósforo Total (P), Cobre (Cu) e Zinco (Zn).

- ✗ **Consumo de ração diária dos suínos:** determinado através das quantidades pesadas e dos dados fornecidos pelos produtores e agroindústria. O consumo total correspondeu ao somatório dos diferentes tipos de ração fornecidos nas granjas, descartando-se o peso residual retido no silo no final de cada lote de ração.
- ✗ **Temperatura e umidade no interior das edificações:** foram utilizados “data-logger”, da marca Testo® 174H, com canais independentes para as duas variáveis indicadas (sensor interno – NTC/sensor capacitivo de umidade). Os equipamentos foram instalados no centro da edificação, entre 1,5 a 2 metros acima do nível do piso e equidistantes. Os valores registrados (em intervalos de 60 minutos) durante o experimento ficaram armazenados na memória do equipamento.
- ✗ **Peso vivo e curva de crescimento dos suínos:** a determinação do peso vivo dos suínos foi efetuada em três e/ou quatro momentos distintos do ciclo de produção: no alojamento (1), entre os dias 40-45 (2), entre os dias 80-85 (3) e no momento anterior ao abate dos suínos no frigorífico (4). Os animais foram pesados aleatoriamente de cada lado da granja (em número representativo). Este procedimento permitiu acompanhar o ganho médio diário durante o ciclo de produção e determinar no final de para cada granja, a curva de crescimento prevista para o lote de animais monitorados.

## RESULTADOS

Os resultados médios obtidos para o consumo de água e produção de dejetos dos animais nas 15 granjas selecionadas são apresentados em seguida, em função do sistema de produção dos suínos e respetivo tempo de alojamento (em semanas) e dos tipos de bebedouro instalados nas unidades para a dessedentação dos suínos [Bite Ball (BB), Chupeta (CH) e Taça/concha ecológica (EC)].

## CONSUMO DE ÁGUA

A Tabela 2 apresenta os resultados médios obtidos para o consumo de água dos suínos em função do sistema de produção e respetivo tempo de alojamento.

**Tabela 2 - Consumo médio de água em função do sistema de produção e respetivo tempo de alojamento.**

Alojamento (semanas)	n	Média	s	Mínimo	Máximo
		(L·suíno <sup>-1</sup> ·d <sup>-1</sup> )			
10	16	7,13	0,99	5,74	9,30
15	12	7,62	1,15	5,94	9,66
18	11	7,87	1,30	6,06	9,95

n – número de ciclos de produção; s – desvio padrão.

Independentemente do tipo de bebedouro instalado nas granjas, o consumo médio de água dos suínos quando comparado com outros resultados, mostraram-se superiores face à maioria dos experimentos realizados em sala com ambiente controlado (BRUMM; DAHLQUIST; HEEMSTRA, 2000; LI et al., 2005; BRUMM, 2006; PALHARES; GAVA; LIMA, 2009; VERMEER; KUIJKEN; SPOOLDER, 2009); os resultados apresentaram-se inferiores ou similares para pesquisas realizadas em granjas comerciais (NAGAE; DAMASCENO; RICHARD, 2005; FERREIRA et al., 2006, 2007; GOMES et al., 2009). No entanto, alguns resultados obtidos nas avaliações realizadas por Ferreira et al. (2006, 2007) exibiram-se como exceções aos valores apresentados, dado que o consumo médio dos animais foi superior, 13,5 e 19,5 L·suíno<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup>. O tipo de bebedouro e seu desperdício, o aumento do peso vivo dos suínos, o manejo dos produtores e as condições ambientais observadas são alguns fatores que explicam a variação observada no consumo de água ao longo do tempo de alojamento (BRUMM; DAHLQUIST; HEEMSTRA, 2000; OLIVEIRA, 2002a; LI et al., 2005; BRUMM, 2006). Estatisticamente, os resultados determinados ressaltam a importância da avaliação diária realizada com recurso a hidrômetros calibrados, mostrando-se a relação do comportamento dos suínos e do seu metabolismo com o aumento da quantidade de água ingerida.

A Tabela 3 exibe os valores do consumo médio de água  $\pm$  erro padrão em função do tipo de bebedouro e do sistema de produção de suínos com respectivo tempo de alojamento. Como referido anteriormente, o número de ciclos de produção monitorados (n) variou por sistema de produção e por bebedouro considerado.

**Tabela 3 - Consumo médio de água  $\pm$  erro padrão em função do tipo de bebedouro e do sistema de produção de suínos com respectivo tempo de alojamento.**

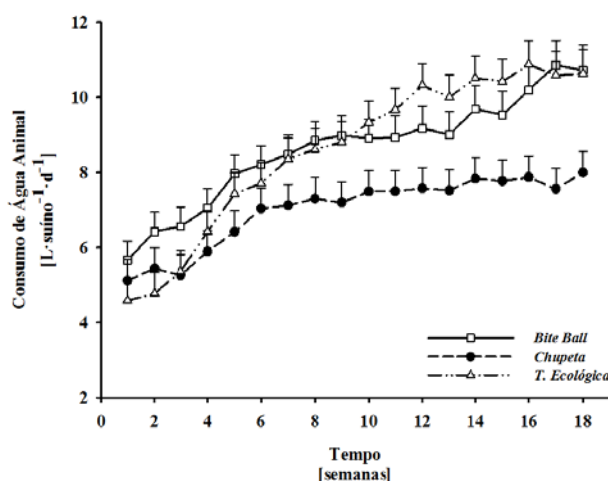
Alojamento (semanas)	Tipo de Bebedouro			Prob>F
	BB	CH	EC	
	(L·suíno <sup>-1</sup> ·d <sup>-1</sup> )			Equipamento
10	7,71 $\pm$ 0,61	6,43 $\pm$ 0,70	7,14 $\pm$ 0,67	0,3942
15	8,23 $\pm$ 0,42	6,84 $\pm$ 0,45	8,16 $\pm$ 0,45	0,0756
18	8,63 $\pm$ 0,42 <sup>a</sup>	7,00 $\pm$ 0,44 <sup>b</sup>	8,58 $\pm$ 0,45 <sup>a</sup>	0,0345

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem significativamente pelo teste *t* ( $P \leq 0,05$ ).

As médias do consumo de água apresentaram no tempo de alojamento  $t = 18$  semanas, diferenças significativas ( $P \leq 0,05$ ) entre as unidades com bebedouros do tipo BB e EC e as demais (CH). Os resultados em  $t = 10$  e  $t = 15$  semanas, divergiram dos observados por outros autores, que apontaram o bebedouro como o principal fator de variação no consumo de água na fase de crescimento/terminação (BRUMM, DAHLQUIST; HEEMSTRA, 2000; OLIVEIRA, 2002a; BABOT et al., 2011). Os consumos de água determinados mostraram que o bebedouro CH foi o mais eficiente, apresentando em  $t = 18$  semanas, uma redução diária no consumo animal de aproximadamente 20%, quando comparado com os bebedouros BB e EC. Estes resultados mostraram-se coerentes com estudos realizados anteriormente em Santa Catarina, no entanto, discordantes com os valores do Ministério do Meio Ambiente, Rural e Marinho da Espanha (2010), que apontam o bebedouro EC como o mais eficiente ( $\approx 24\%$ ). Para Ferreira et al. (2007), o bebedouro EC apresenta o menor desperdício de água e consequentemente valores de consumo de água pelos suínos inferiores. É importante considerar na avaliação dos bebedouros, as diferentes conformações que os mesmos podem apresentar.

Os consumos médios obtidos para o bebedouro CH foram inferiores aos valores apresentados previamente por Gomes et al. (2009). No entanto, os consumos foram superiores aos obtidos em estudos em condições de ambiente controlado (BRUMM; DAHLQUIST; HEEMSTRA, 2000; LI et al., 2005; VERMEER; KUIJKEN; SPOOLDER, 2009). Em comparação com outras pesquisas realizadas em granjas comerciais, os resultados apresentaram-se variáveis face a pesquisas com metodologia semelhante (FERREIRA et al., 2006, 2007). Relativamente ao bebedouro EC, os resultados mostraram-se superiores aos indicados por Palhares, Gava e Lima (2009). Experimentos realizados em ambiente controlado apresentaram médias inferiores (25 a 55%) (BRUMM; DAHLQUIST; HEEMSTRA, 2000) e em unidades comerciais ( $\approx 25\%$ ) (FERREIRA et al., 2007).

A Figura 4 mostra a evolução dos consumos médios de água ao longo do ciclo de produção dos animais.



**Figura 4 - Evolução do consumo médio de água ao longo do ciclo de produção dos animais.**

As médias semanais entre  $t=1$  e  $t=8$ , e  $t=10$  semanas, testando o efeito dos diferentes tipos de bebedouros, não apresentaram diferenças significativas entre si. Nas restantes semanas de alojamento ( $t=9$  e de  $t=11$  a  $t=18$ ), as médias apresentaram diferenças significativas entre si. O consumo de água animal apresentou uma tendência de aumento ao longo do tempo de alojamento dos suínos nas granjas, acompanhando o aumento do peso vivo dos suínos. As evoluções foram, no entanto, diferentes dependendo do tipo de bebedouro instalado nas granjas. O perfil de consumo dos bebedouros EC indicou que em  $t=1$  o volume de água consumido nas unidades avaliadas foi o mais baixo (média de  $4,59 \pm 0,56 \text{ L} \cdot \text{suíno}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ), em comparação com as demais granjas, CH e BB ( $5,12 \pm 0,56$  e  $5,67 \pm 0,51 \text{ L} \cdot \text{suíno}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ , respectivamente). No entanto, para tempos de alojamentos superiores ( $t=18$  semanas), observaram-se consumos mais elevados nos bebedouros EC. Os bebedouros CH registraram os consumos de água mais baixos para os tempos de alojamento indicados e, ainda, uma menor dispersão nos registros médios semanais (estabilização a partir da semana  $t=6$ ), comparativamente aos demais bebedouros.

## PRODUÇÃO DE DEJETOS

A Tabela 4 apresenta os resultados médios obtidos para a produção de dejetos dos suínos em função do tempo de alojamento.

**Tabela 4 - Produção média de dejetos em função do tempo de alojamento.**

Alojamento (semanas)	n	Média	s	Mínimo	Máximo
		(L·suíno <sup>-1</sup> ·d <sup>-1</sup> )			
10	17	4,20	0,72	3,13	5,60
15	12	4,58	0,82	3,52	6,24
18	11	4,84	0,94	3,45	6,74

n – número de ciclos de produção; s – desvio padrão.

Independentemente do tipo de bebedouro instalado nas granjas, a produção média de dejetos mostrou-se inferior em comparação com a maioria dos estudos realizados no Brasil (OLIVEIRA, 1993, 2002b; NAGAE; DAMASCENO; RICHARD, 2005; GUSMÃO, 2008; GOMES et al., 2009); relativamente a estudos realizados no exterior foram encontrados resultados superiores, na maioria, mas coerentes (BRUMM; DAHLQUIST; HEEMSTRA, 2000; FERREIRA et al., 2007; BABOT et al., 2011). Os avanços técnicos e tecnológicos observados na suinocultura (por exemplo, eficiência dos equipamentos utilizados), práticas de limpeza e desinfecção (uso da lâmina de água), desvio das águas pluviais, tipo de ração e condições ambientais são exemplos de fatores que explicam a variação observada na produção de dejetos ao longo do tempo de alojamento (OLIVEIRA, 1993; 2002a; FERREIRA et al., 2007; GOMES et al., 2009; BABOT et al., 2011). A produção média dos dejetos aumentou ao longo do ciclo, apresentando semelhante tendência ao consumo de água dos suínos e do aumento de peso vivo (OLIVEIRA, 1993, 2002a; BRUMM, 2006; BABOT et al., 2011).

A Tabela 5 apresenta os valores da produção média de dejetos  $\pm$  erro padrão em função do tipo de bebedouro e do sistema de produção de suínos com respetivo tempo de alojamento. Como referido anteriormente, o número de ciclos de produção monitorados (n) variou por sistema de produção e por bebedouro considerado.

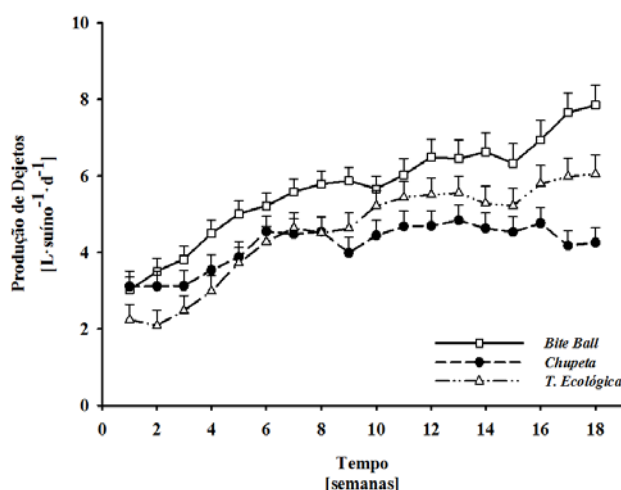
**Tabela 5 - Produção média de dejetos  $\pm$  erro padrão em função do tipo de bebedouro e do sistema de produção de suínos com respetivo tempo de alojamento.**

Alojamento (semanas)	Tipo de Bebedouro			Prob>F
	BB	CH	EC	Equipamento
	(L·suíno <sup>-1</sup> ·d <sup>-1</sup> )			
10	4,80±0,19 <sup>a</sup>	3,88±0,22 <sup>b</sup>	3,68±0,22 <sup>b</sup>	0,0029
15	5,35±0,20 <sup>a</sup>	4,15±0,21 <sup>b</sup>	4,26±0,22 <sup>b</sup>	0,0014
18	5,69±0,23 <sup>a</sup>	4,19±0,23 <sup>b</sup>	4,54±0,24 <sup>b</sup>	0,0010

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem significativamente pelo teste  $t$  ( $P \leq 0,05$ ).

A produção média de dejetos apresentou em  $t=10$ ,  $t=15$  e  $t=18$  semanas, diferenças significativas ( $P \leq 0,05$ ) entre as granjas com bebedouro BB e as demais (CH e EC). Os resultados das granjas com bebedouro CH, com exceção do tempo  $t=10$  semanas, mostraram as médias de produção de dejetos mais baixas. Em sentido oposto, as granjas BB apresentaram as médias mais elevadas. Os valores determinados nas unidades com bebedouro EC mostraram-se baixos quando comparados e relacionados com os resultados obtidos nas granjas com bebedouro BB. Da visualização das Tabelas 3 e 5 é possível observar que para um consumo de água similar nas granjas com BB e EC, a produção de dejetos nas últimas, foram inferiores em aproximadamente 25%. As médias obtidas para este bebedouro contrariam, no entanto, a opinião partilhada por diversos autores, que apontam o consumo de água do suíno, como o principal fator para a variação do volume de dejetos produzidos (OLIVEIRA, 2002a; BABOT et al., 2011). A produção média de dejetos nas granjas CH foi semelhante ou inferior aos valores obtidos em vários experimentos e pesquisas, tanto em salas de ambiente controlado como em granjas comerciais (BRUMM; DAHLQUIST; HEEMSTRA, 2000; FERREIRA et al., 2006, 2007; GOMES et al., 2009; BABOT et al., 2011). Babot et al. (2011) mostraram para os bebedouros citados, uma redução na produção de dejetos de 4 a 12%. Relativamente às granjas com bebedouro EC, os resultados obtidos foram inferiores a outras pesquisas realizadas (FERREIRA et al., 2006, 2007; BABOT et al., 2011). Para as granjas com bebedouro BB, Babot et al. (2011) apresentaram produção média superior aos obtidos neste estudo ( $9,6 \text{ L} \cdot \text{suíno}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ). É importante referir que os resultados obtidos para a produção média de dejetos neste experimento foram todos inferiores a  $6 \text{ L} \cdot \text{suíno}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  e por conseguinte, inferiores ao indicado pela FATMA.

A Figura 4 mostra a evolução da produção média de dejetos ao longo do ciclo de produção dos animais.



**Figura 5 - Evolução da produção média de dejetos ao longo do ciclo de produção dos animais.**

As médias para a produção de dejetos nas semanas  $t=1$ ,  $t=6$ ,  $t=7$ ,  $t=10$  e  $t=11$  testando o efeito dos diferentes tipos de bebedouro não apresentaram diferenças significativas entre si. Nas restantes semanas avaliadas, o volume de dejetos apresentou diferenças significativas entre os tipos de bebedouros ( $P \leq 0,05$ ). Observou-se uma tendência crescente na produção de dejetos durante as 18 semanas de alojamento dos suínos, mas com diferentes tendências, de acordo com os bebedouros instalados. As granjas com bebedouro BB apresentaram as médias mais elevadas de produção de dejetos durante o alojamento, com exceção da semana  $t=1$ . Em relação às granjas EC, estas mostraram entre  $t=1$  e  $t=6$  semanas, os valores médios mais baixos de produção de dejetos. Em  $t=18$  semanas, as médias das granjas BB foram superiores às que tinham instalado o bebedouro EC, numa relação 1,30:1. As granjas CH apresentaram uma tendência crescente até à semana  $t=6$ , momento a partir do qual passaram a registrar as menores produções médias de dejetos e uma tendência para a estabilização do volume produzido até ao final do alojamento. Ao final do alojamento, a relação entre as granjas que apresentaram produções maiores e menores de dejetos (BB e CH, respectivamente) foi de aproximadamente 2:1. A média mais baixa foi registrada na semana  $t=2$ , nas unidades com equipamentos EC ( $2,09 \pm 0,40 \text{ L} \cdot \text{suíno}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ). Por outro lado, a produção média mais alta foi registrada em  $t=18$ , nas granjas com bebedouro BB ( $7,85 \pm 0,51 \text{ L} \cdot \text{suíno}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ).

## CONCLUSÕES

As médias do consumo de água e do volume de dejetos produzidos foram, respectivamente, 7,13, 7,62 e 7,87 L·suíno<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup> e 4,20, 4,58 e 4,84 L·suíno<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup> para os diferentes sistemas de produção avaliados e respectivos tempos de alojamento (10, 15 e 18 semanas).

Dentre as granjas avaliadas, aquelas que possuíam os bebedouros chupeta instalados apresentaram os consumos médios de água mais baixos (6,43±0,67, 6,84±0,45 e 7,00±0,44 L·suíno<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup>). Embora em t=10 semanas as granjas com bebedouro taça/concha ecológica tenham apresentado as menores médias para a produção dos dejetos, em t=15 e t=18 semanas as granjas com chupeta exibiram as menores médias de produção (4,15±0,21 e 4,19±0,23 L·suíno<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup>, respectivamente).

A produção média de dejetos foi sempre inferior a 7,00 L·suíno<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup>, valor legislado e utilizado atualmente pelo órgão ambiental em Santa Catarina (FATMA), para a fase fisiológica de crescimento e terminação.

Não obstante a evolução científica, técnica e tecnológica observada na suinocultura, os resultados obtidos para o consumo de água e produção de dejetos indicam ainda a necessidade de um manejo rigoroso controle ambiental por parte dos produtores, técnicos e entidades associadas à produção. O manejo adequado do bebedouro pode diminuir significativamente o volume de dejetos produzidos nas granjas, contribuindo assim para a sustentabilidade da produção e, conseqüentemente, da suinocultura.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION, WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION. **Standard Methods for the examination of water and wastewater**. 21.ed. Washington: American Public Health Association, 2005.
2. BABOT, Daniel Gaspa et al. Farm technological innovations on swine manure in Southern Europe. **Revista Brasileira de Zootecnia** [suplemento especial], v. 40, p. 334-343, 2011.
3. BELLI FILHO, Paulo et al.. Tecnologias para o tratamento de dejetos suínos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande – PB, v. 5, n. 1, p. 166-170, 2001.
4. BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico de 2010. 2010. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20 de dez. 2011.
5. BRASIL.. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Pecuária Municipal 2011. 2011 Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao\\_Pecuaria/Producao\\_da\\_Pecuaria\\_Municipal/2011/ppm2011.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Producao_da_Pecuaria_Municipal/2011/ppm2011.pdf)>. Acesso em: 01 fev. 2013.
6. BRUMM, Michael; DAHLQUIST, James; HEEMSTRA, Jill. Impact of feeders and drinker devices on pig performance, water use and manure volume. **Swine Health and Production**, v. 8, n. 2, p.51-57, 2000.
7. BRUMM, Michael. Patterns of Drinking Water Use in Pork Production Facilities. In: **Nebraska swine report**. Institute of Agriculture and Natural Resources, Nebraska. 2006, p. 10-13.
8. FERREIRA, Luis et al. Determinação das emissões (para o ar e para a água) no sector da suinocultura nacional. 2006. Disponível em: <[http://www2.apambiente.pt/xeo\\_cm\\_ia\\_ext/attachfileu.jsp?look\\_parentBoui=12421330&att\\_display=n&att\\_download=y](http://www2.apambiente.pt/xeo_cm_ia_ext/attachfileu.jsp?look_parentBoui=12421330&att_display=n&att_download=y)>. Acesso em: dez. 2006.
9. FERREIRA, Luis et al.. A importância da gestão integrada da água: novos desafios para a gestão ambiental no sector suinícola. In: CONGRESO IBERICO, 1., Y CONGRESO NACIONAL DE AGROINGENIERÍA, 4., 2007. Albacete, Espanha. **Anais...** 2007. p. 104-106.
10. GOMES, Simone Damasceno, et al.. Efeito do manejo da lâmina d'água na minimização do volume de efluentes gerados na produção de suínos. **Irriga: Brazilian Journal of Irrigation and Drainage**, Botucatu, v. 14, n. 2, p. 233-242, 2009.
11. GUSMÃO, Maria Margarida Falcão e Cunha de Campos. **Produção de biogás em diferentes sistemas de criação de suínos em Santa Catarina**. 2008. 170p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2008.
12. HOEKSTRA, Arjen; MEKONNEN, Mesfin. The water footprint of humanity. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 109, n. 9, p. 3232-3237, 2012.

13. LI, Yuhzi et al. Water intake and wastage at nipple drinkers by growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 83, n. 6, p. 1413-1422, 2005.
14. MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE, RURAL E MARINHO. Guía de mejoras técnicas disponibles del sector porcino. Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Marino, Gobierno de España, 2010. 136p.
15. MIRANDA, Cláudio Rocha de. **Avaliação de estratégias para a sustentabilidade da suinocultura**. 2005. 264p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2005.
16. NAGAE Ricardo; DAMASCENO, Simone; RICHARD, Alfredo. Caracterização do dejetos de suínos em crescimento e terminação criados no sistema de lâmina d'água submetido a dois manejos de higienização. CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23., 2005, Campo Grande. **Anais...** Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005, p.1-6.
17. OLIVEIRA, Paulo Armando Victória de (Coord.). **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1993. Documento, 27. 188p.
18. OLIVEIRA, Paulo Armando Victória de. Uso racional da água na suinocultura. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2002a. Curso de capacitação em práticas ambientais sustentáveis: treinamento 2002. p. 63-71.
19. OLIVEIRA, Paulo Armando Victória de. Produção e manejo de dejetos suínos. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2002b. Curso de capacitação em práticas ambientais sustentáveis: treinamento 2002. p. 72-90.
20. PALHARES, Júlio César; GAVA, D.; LIMA, Gustavo. Influência da estratégia nutricional sobre o consumo de água de suínos em crescimento e terminação. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE ANIMAIS, 1, 2009, Florianópolis, SC. **Anais eletrônicos...** 2009. Florianópolis, p. 566-571.
21. TAVARES, Jorge Manuel Rodrigues. **Estudo da eficiência do processo de separação sólido-líquido de chorumes de origem suinícola**. 2008. 50p. Relatório Final (Graduação) – Curso de Engenharia Zootécnica, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, 2008.
22. TAVARES, Jorge Manuel Rodrigues. **Consumo de água e produção de dejetos na suinocultura**. 2012. 230p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2012.
23. TAVARES, Jorge Manuel Rodrigues; OLIVEIRA, Paulo Armando; BELLI FILHO, Paulo. Sustentabilidade da suinocultura – Reduções de consumo de água e de dejetos na produção animal. In: SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 15., 2012, Belo Horizonte, MG. **Anais eletrônicos ...** Rio de Janeiro, 2012. 10p.
24. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Foreign agricultural service. Livestock and poultry: world markets and trade. 2012, 30p. Disponível em: < <http://usda01.library.cornell.edu/usda/current/livestock-poultry-ma/livestock-poultry-ma-10-18-2012.pdf>>. Acesso em: 01 fev. 2013.
25. VERMEER, Herman; KUIJKEN, Nienke; SPOOLDER, Hans. Motivation for additional water use of growing-finishing pigs. **Livestock Science**, v. 124, p. 112-118, 2009.