



Acta Scientiarum. Animal Sciences

ISSN: 1806-2636

eduem@uem.br

Universidade Estadual de Maringá

Brasil

Pascale Palhares, Julio Cesar
Pegada hídrica dos suínos abatidos nos Estados da Região Centro- Sul do Brasil
Acta Scientiarum. Animal Sciences, vol. 33, núm. 3, 2011, pp. 309-314
Universidade Estadual de Maringá
.png, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=303126505014>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe , Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Pegada hídrica dos suínos abatidos nos Estados da Região Centro-Sul do Brasil

Julio Cesar Pascale Palhares

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Pecuária Sudeste, Rod. Washington Luiz, km 234, 13560-970, São Carlos, São Paulo, Brasil. E-mail: palhares@cppse.embrapa.br

RESUMO. O objetivo do trabalho foi calcular a pegada hídrica dos suínos abatidos no Brasil em 2008 em cada um dos Estados da Região Centro-Sul do país. O cálculo da pegada considerou a água consumida na produção de grãos (milho e soja), água de dessedentação e água utilizada na limpeza das instalações. O Estado que apresentou a maior pegada hídrica foi o Rio Grande do Sul ($2,702 \text{ km}^3$), seguido de Santa Catarina ($2,401 \text{ km}^3$) e Paraná ($1,089 \text{ km}^3$). Os Estados com as menores pegadas foram Rio de Janeiro ($0,00215 \text{ km}^3$), Distrito Federal ($0,0354 \text{ km}^3$) e Espírito Santo ($0,0719 \text{ km}^3$). Os Estados com baixas produtividades para as culturas de milho e soja apresentaram pegadas hídricas maiores. O cálculo da pegada demonstrou que a gestão hídrica da cadeia produtiva de suínos não pode abordar somente a unidade produtiva, devendo inserir as cadeias agrícolas que se relacionam com ela.

Palavras-chave: água, crescimento-terminação, dieta.

ABSTRACT. Water footprint of pigs slaughtered in the states of south-central Brazil. The aim of this study was to calculate the water footprint of pigs slaughtered in 2008 in each state of south-central Brazil. The calculation of water footprint considered water consumed in grain production (corn and soybean), drinking water and washing water. Rio Grande do Sul was the state with the largest water footprint ($2,702 \text{ km}^3$), followed by Santa Catarina ($2,401 \text{ km}^3$) and Paraná ($1,089 \text{ km}^3$). States with the smallest footprints were Rio de Janeiro ($0,00215 \text{ km}^3$), Distrito Federal ($0,0354 \text{ km}^3$), and Espírito Santo ($0,0719 \text{ km}^3$). States with low yields of corn and soybeans had higher water footprint. Calculations show that water management in swine production cannot address only the farm; it should include related agricultural supply chains.

Keywords: water, growing-finishing, diet.

Introdução

A inserção do manejo ambiental nas produções pecuárias brasileiras é prática recente e ainda limitada a algumas produções, notadamente a suinocultura, bovinocultura de corte e carcinocultura por estas gerarem importantes produtos cárneos no conjunto de produtos exportados pelo país, além de ameaçarem a preservação de biomas e ecossistemas sensíveis. No entanto, mesmo nestas cadeias produtivas o manejo se limita, muito mais, a um conjunto de intenções, do que práticas no dia-a-dia produtivo das unidades de produção. Essas intenções são maiores ou menores de acordo com o momento produtivo, ou seja, em momentos de crise econômica as ações são paralisadas.

Mas essa situação deve ser mudada, pois os mercados consumidores internos e externos e os novos conceitos e as exigências como sistemas de rastreabilidade e certificação, produtos com denominação de origem, boas práticas de produção,

entre outros, exigem que o manejo produtivo seja documentado e utilizem-se indicadores a fim de mensurar a eficiência ambiental da produção. As produções pecuárias brasileiras devem promover mudanças em sua situação ambiental, melhorando sua relação com os recursos naturais e demonstrando que o desenvolvimento com sustentabilidade é uma meta a ser alcançada.

A demanda por produtos animais aumentou significativamente nas últimas décadas e é esperado um crescimento ainda maior, particularmente, nos países em desenvolvimento, aumentando assim a pressão sobre os recursos naturais (DELGADO et al., 1999; PENNING DE VRIES et al., 1997). O aumento projetado da demanda de água pela pecuária mundial para o ano de 2025 é de 71%, e grande parte deste ocorrerá nos países em desenvolvimento (BRUINSMA, 2003; DELGADO et al., 1999; ROSEGRANT et al., 2002).

A relação da atividade pecuária com a gestão dos recursos hídricos gera desafios vinculados a

diversos aspectos, dentre os quais se destaca: o avanço desordenado sobre novas áreas, com consequentes impactos socioambientais. O desafio é fornecer informações e condições para que sejam adotadas técnicas e práticas ambientalmente corretas (BRASIL, 2006).

Neste cenário, a relação água e produção de suínos é um tema que deve ser abordado de forma imediata e sistêmica, pois essa atividade é uma ameaça constante à quantidade e à qualidade deste recurso natural. Palhares e Calijuri (2007) destacam que na produção de suínos, os recursos hídricos são os mais impactados pela característica do principal resíduo desta produção que se apresenta na forma líquida.

Entre várias metodologias disponíveis para avaliação de impacto ambiental, o cálculo da pegada hídrica tem se mostrado eficiente e abrangente no estudo das relações de produção e de recurso natural, podendo ser aplicado a uma nação, cidade, comunidade, setor produtivo ou unidade produtiva.

A pegada hídrica de uma produção animal pode ser calculada de várias formas, sendo a mais comum a consideração da água consumida na produção do alimento e para dessedentação e limpeza das instalações (CHAPAGAIN; HOEKSTRA, 2003).

Os países desenvolvidos e em desenvolvimento consomem dietas ricas em proteína animal (PINGALI, 2007). O resultado deste processo é o aumento da pegada hídrica.

O objetivo do trabalho foi calcular a pegada hídrica dos suínos abatidos no Brasil em 2008 em cada um dos Estados da Região Centro-Sul do país.

Material e métodos

Nesse estudo se considerou para o cálculo da pegada hídrica o número de suínos abatidos no Brasil em 2008, de acordo com a Pesquisa Trimestral de Abate de Animais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Por animais abatidos entendem-se suínos abatidos sob inspeção federal, estadual ou municipal. A escolha por avaliar somente os Estados localizados na Região Centro-Sul do país justifica-se por esses concentrarem 98,3% dos abates no período, conforme a Tabela 1.

Há várias metodologias que se pode utilizar para o cálculo da pegada hídrica, inclusive incluindo a água necessária para a produção dos produtos gerados a partir do abate dos animais (RENAULT;

WALLENDER, 2000). Neste estudo, utilizou-se a metodologia proposta por Chapagain e Hoekstra (2003) que considera para o cálculo a água consumida na produção de grãos (milho e soja), a água de dessedentação e a água utilizada na limpeza das instalações.

Tabela 1. Total de cabeças de suínos abatidas por Estado da Região Centro-Sul no ano de 2008.

Estado	Cabeças de suínos abatidas em 2008	Porcentagem de abatidos na Região Centro-Sul	Porcentagem de abatidos no Brasil
MT	1.059.594	3,74	3,68
MS	836.919	2,96	2,91
GO	1.544.191	5,45	5,36
DF	152.556	0,54	0,53
MG	3.123.386	11,03	10,84
ES	155.969	0,55	0,54
RJ	4.530	0,02	0,02
SP	1.535.187	5,42	5,33
PR	4.618.377	16,31	16,03
SC	8.420.777	29,74	29,24
RS	6.863.059	24,24	23,83
Total	28.314.545	100,00	98,30

IBGE (2009).

Na Tabela 2, observa-se a constituição da dieta dos suínos em crescimento e terminação utilizada como referência para o cálculo da quantidade de milho e farelo de soja consumido. Por ser uma atividade com elevado grau de agroindustrialização, os padrões nutricionais estão bem estabelecidos, portanto entende-se que a dieta de referência reflete a realidade produtiva vigente.

Tabela 2. Consumo de ração, milho e farelo de soja durante a fase de crescimento-terminação.

Tipo de ração	Consumo de ração (kg suíno ⁻¹)	Milho (%)	Consumo de Farelo de milho (kg suíno ⁻¹)		Consumo de farelo de soja (kg suíno ⁻¹)
			milho (%)	soja (%)	
Crescimento I	47,20	0,67	31,62	0,28	13,21
Crescimento II	33,00	0,67	22,11	0,28	9,24
Terminação I	74,60	0,66	49,23	0,29	21,63
Terminação II	126,10	0,73	92,05	0,22	27,74
Total	280,90	0,69	195,02	0,26	71,83

Considerando que a evapotranspiração durante todo o ciclo da cultura de milho, para o Centro-Sul brasileiro, seja de 450 mm ($0,45 \text{ m}^3 \text{ m}^{-2}$) (COUTO; SANS, 2002), tem-se a necessidade de água de $4.500 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Utilizando-se a produtividade média para a cultura em cada Estado da Região Centro-Sul, de acordo com os dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2009), calculou-se a quantidade de água consumida, considerando-se o milho consumido pelos suínos abatidos em 2008, conforme a Tabela 3.

No cálculo do consumo de água para produção de uma tonelada de soja foi utilizado o referencial de 600 mm ($0,6 \text{ m}^3 \text{ m}^{-2}$) (COUTO; SANS, 2002). Nesse caso, tem-se a necessidade de água de

6.000 m³ ha⁻¹. Utilizando-se a produtividade média para a cultura em cada Estado da Região Centro-Sul, de acordo com os dados da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), calculou-se a quantidade de água consumida, considerando-se a soja consumida pelos suínos abatidos em 2008.

Tabela 3. Consumo de água por Estado para produção do milho.

Estado	Produtividade do milho 2007/2008 ¹	Consumo de água (m ³ t ⁻¹ de milho) ²	Consumo de milho pelos suínos (t) ³	Consumo de água pelo milho por Estado (km ³)
MT	4.425	1.017	206.621	0,2101
MS	6.392	704	163.199	0,1148
GO	5.954	756	301.117	0,2275
DF	6.930	649	29.748	0,0193
MG	4.934	912	609.060	0,5554
ES	2.548	1.766	30.414	0,0537
RJ	2.442	1.843	883	0,0016
SP	5.340	843	299.361	0,2522
PR	7.062	637	900.584	0,5738
SC	5.713	788	1.642.052	1,2934
RS	3826	1176	1.338.297	1,5740

¹Conab (2009). ²Considerando um consumo de água de 4.500 m³ ha⁻¹ de milho produzido. ³Considerando um consumo de 195 kg de milho por suíno abatido na fase de crescimento/terminação.

Os três principais produtos do denominado complexo soja são grão, farelo e óleo. Desses, o farelo é a forma que os suínos consomem a soja. Portanto, nem toda água consumida para a produção dos produtos do complexo pode ser contabilizada no cálculo da pegada. Utilizando-se os índices constantes nos Fatores de Conversão das Commodities Agropecuárias da FAO (FAO, 2009), considera-se que no caso brasileiro, de cada grão produzido, 77% são farelos e 23% são óleo. Desta forma, da água consumida na produção da soja, somente 77% foram contabilizadas no cálculo da pegada, conforme a Tabela 4.

Tabela 4. Consumo de água por Estado para produção do farelo de soja.

Estado	Produtividade da soja 2007/2008 ¹	Consumo de água (m ³ t ⁻¹ de soja) ²	Consumo de soja pelos suínos (t) ³	Consumo de água pelo farelo por Estado (km ³)
MT	3.145	1.469	76.291	0,1120
MS	2.639	1.751	60.258	0,1055
GO	3.002	1.539	111.182	0,1711
DF	3.150	1.467	10.984	0,0161
MG	2.916	1.584	224.884	0,3562
ES	2.853	1.619	11.230	0,0182
RJ	2.853	1.619	326	0,0005
SP	2.750	1.680	110.533	0,1857
PR	2.991	1.545	332.523	0,5136
SC	2.535	1.822	606.296	1,1049
RS	2.028	2.278	494.140	1,1257

¹Conab (2009). ²Considerando um consumo de água de 6.000 m³ ha⁻¹ de soja e 77% desta produção estão na forma de farelo. ³Considerando um consumo de 72 kg de soja por suíno abatido na fase de crescimento/terminação.

O total de água consumida para dessedentação dos animais e a limpeza das instalações estão presentes na Tabela 5.

Tabela 5. Consumo de água dos suínos abatidos na dessedentação e na limpeza das instalações.

Estado	Cabeças de suínos abatidas em 2008	Consumo de água para dessedentação por ciclo produtivo (m ³) ¹	Consumo de água para limpeza (m ³) ²	Total (m ³)
MT	1.059.594	370.858	3.603	374.461
MS	836.919	292.922	2.846	295.767
GO	1.544.191	540.467	5.250	545.717
DF	152.556	53.395	519	53.913
MG	3.123.386	1.093.185	10.620	1.103.805
ES	155.969	54.589	530	55.119
RJ	4.530	1.586	15	1.601
SP	1.535.187	537.315	5.220	542.535
PR	4.618.377	1.616.432	15.702	1.632.134
SC	8.420.777	2.947.272	28.631	2.975.903
RS	6.863.059	2.402.071	23.334	2.425.405

¹IBGE (2009). ²Considerando o consumo médio de 0,005 m³ dia⁻¹ e um período de crescimento/terminação de 70 dias com média de peso de 93,3 kg. ³Considerando o consumo médio de 0,0034 m³ de água na lavagem realizada somente ao final do ciclo de produção.

Resultados e discussão

Qualquer cálculo de pegada seja hídrica, ecológica ou de carbono expressa tendências e não valores exatos. Isso se deve à dificuldade de se obter informações confiáveis para realização dos cálculos; variação dos sistemas produtivos e entre os próprios sistemas; condições ambientais e padrões tecnológicos e ausência de banco consistente de dados. Com isso, as informações ficam muito dispersas dificultando seu rastreamento. Essas dificuldades não diminuem a importância do cálculo o qual se propõe a servir como um indicador de uso do recurso natural para instrumento de gestão, além de inserir uma visão sistêmica das cadeias produtivas fundamental para a equalização e gestão ambiental das produções.

Em uma temática de pesquisa muito nova, como são os cálculos das pegadas, é inevitável que muitas dúvidas sobre definições e princípios básicos ocorram. Para Khan e Hanjra (2009), a pegada hídrica da produção de alimentos, muitas vezes, não é considerada porque as relações entre essas produções, o ambiente e os recursos hídricos são mal compreendidos.

Na Tabela 6, observa-se a pegada hídrica dos suínos abatidos por Estado da Região Centro-Sul no ano de 2008. Na Tabela 7, a porcentagem que milho, farelo de soja e dessedentação e limpeza representam na pegada hídrica.

O Estado que apresentou a maior pegada hídrica foi o Rio Grande do Sul (2,702 km³), seguido de Santa Catarina (2,401 km³) e Paraná (1,089 km³) que, juntos, concentraram 70,3% dos abates no ano de 2008. Apesar do Estado de Santa Catarina ter o maior número de abates, 29,74% do total e esses serem 5,5% maiores que os abates do Rio Grande do Sul, o Estado não apresentou a maior pegada hídrica. Isso se deve às baixas produtividades das culturas de milho e soja no Estado gaúcho para o ano de estudo.

Tabela 6. Pegada hídrica dos suínos abatidos no ano de 2008 por Estado da Região Centro-Sul.

Estado	Consumo de água através do milho (km ³)	Consumo de água através da soja (km ³)	Consumo de água para dessedentação e limpeza (km ³)	Total (km ³)
MT	0,210109	0,112071	0,000374	0,322554
MS	0,114893	0,105492	0,000296	0,220681
GO	0,227583	0,171106	0,000546	0,399234
DF	0,019317	0,016110	0,000054	0,035481
MG	0,555475	0,356297	0,001104	0,912877
ES	0,053714	0,018185	0,000055	0,071954
RJ	0,001628	0,000528	0,000002	0,002158
SP	0,252271	0,185696	0,000543	0,438510
PR	0,573864	0,513627	0,001632	1,089122
SC	1,293407	1,104965	0,002976	2,401348
RS	1,574055	1,125704	0,002425	2,702184

Tabela 7. Porcentagem que milho, farelo de soja e dessedentação e limpeza representaram na pegada hídrica dos suínos abatidos no ano de 2008.

Estado	Consumo de água através do milho (km ³)	Consumo de água através da soja (km ³)	Consumo de água para dessedentação e limpeza (km ³)
MT	65,1	34,7	0,12
MS	52,1	47,8	0,13
GO	57,0	42,9	0,14
DF	54,4	45,4	0,15
MG	60,8	39,0	0,12
ES	74,7	25,3	0,08
RJ	75,4	24,5	0,07
SP	57,5	42,3	0,12
PR	52,7	47,2	0,15
SC	53,9	46,0	0,12
RS	58,3	41,7	0,09

O Estado do Rio Grande do Sul apresentou a terceira mais baixa produtividade para o milho e a pior produtividade para soja. Isso está relacionado a fatores climáticos, pois, tradicionalmente, o Estado é um grande produtor dessas culturas, apresentando produtividades acima da média nacional em anos com condições climáticas favoráveis.

O consumo de água pelas culturas vegetais representou na média nacional 99,88% da quantidade de água total da pegada.

Quanto menor a produtividade por hectare das culturas vegetais, menor a eficiência hídrica, consequentemente maior será a pegada da atividade avaliada. Esse fato demonstra a importância em se melhorar, por meio de zoneamentos e tecnologias, a produtividade de água pelas culturas vegetais, que são a base das dietas dos suínos.

Segundo Pimentel et al. (2004), a cada ano, 253 milhões t de grãos são utilizados nos Estados Unidos como alimento para os animais, exigindo cerca de $25 \cdot 10^{13}$ L de água. No mundo, calcula-se que a necessidade de grãos seja três vezes maior que a necessidade estadunidense, como consequência a necessidade de água também será, aproximadamente, três vezes maior.

Os Estados com as menores pegadas foram Rio de Janeiro (0,00215 km³), Distrito Federal

(0,0354 km³) e Espírito Santo (0,0719 km³). Os três representaram 1,1% do total de abates, entre os Estados avaliados. Apesar de Rio de Janeiro e Espírito Santo apresentarem as piores produtividades para o milho e produtividades medianas para soja, isso não se refletiu em uma grande pegada, pelo inexpressivo número de abates. O mesmo foi observado para o DF, mas de forma inversa, pois esse teve a melhor produtividade para soja e a segunda melhor para o milho. No entanto, como seus abates representaram somente 0,5%, essas altas produtividades não refletiram no cálculo da pegada em comparação com os outros Estados.

Se o Estado de Santa Catarina tivesse as mesmas produtividades para o milho e para soja que o Distrito Federal, sua pegada seria de 1,963 km³, isso significa uma redução de 18,25% na pegada calculada. No caso do Rio Grande do Sul, a pegada seria de 1,5959 km³, 41% menor que a pegada calculada. Esses cenários demonstram a importância de se ter elevadas produtividades para as culturas vegetais, sendo isso benéfico em termos produtivos e econômicos para o agricultor e benéfico para conservação dos recursos hídricos do país. Deve-se destacar que as altas produtividades não podem ser conquistadas pela degradação ambiental pelo uso excessivo de fertilizantes e defensivos.

Excetuando o Estado do Paraná, maior produtor de milho e segundo maior de soja no período 1990-2008, os outros dois Estados sulistas não são os maiores produtores de milho e soja do país, mas são os dois maiores produtores de suínos. Portanto, Santa Catarina que importa grandes quantidades de grãos de outros Estados, também está importando água. Esse tipo de água denomina-se água virtual. O Estado produziu 4.089.400 t de milho (primeira safra) em 2008, onde animais em crescimento e terminação foram responsáveis pelo consumo de 40% dessa quantidade. No caso da soja, o consumo desses animais representou 64% do total de soja produzida.

A possibilidade de adquirir grãos de outros Estados é benéfica em termos produtivos, pois tem viabilizado a suinocultura catarinense, mas pode ameaçar a segurança hídrica dos Estados exportadores, bem como no caso do Mato Grosso, maior produtor de soja no período 1990-2008, ameaçar a conservação de seus biomas.

Por ser relativamente recente, o conceito de água virtual ainda é pouco conhecido e difundido. As implicações das escolhas produtivas sobre a disponibilidade hídrica se dão em razão da demanda de água do produto desde sua plantação até o consumo. Ojima et al. (2008) demonstram que não se trata apenas da escolha ou da otimização dos

processos produtivos, mas também da escolha dos produtos mais adequados, de acordo com a disponibilidade hídrica da região.

O cálculo da pegada hídrica pode subsidiar o cálculo de outro indicador que começa ser utilizado a fim de se mensurar a eficiência hídrica de uma produção pecuária. Essa eficiência tem sido expressa como produtividade hídrica, ou seja, a quantidade de água consumida para se produzir 1 kg de carne. Quanto menor essa relação, maior a eficiência hídrica da unidade ou cadeia produtiva.

Os cálculos realizados nesse estudo demonstram que a melhoria da produtividade hídrica da suinocultura depende da melhoria da produtividade hídrica dos plantios de milho e soja. Isso não exclui ações, programas e políticas para reduzir o consumo de água de dessedentação e limpeza nas unidades produtivas, apesar de percentualmente esse consumo ser insignificante na soma da pegada. A produção suína está muito concentrada no território nacional, portanto o consumo para dessedentação e limpeza sempre será uma ameaça à segurança hídrica das regiões de concentração pela intensificação da atividade. Ressalta-se o fato que essas regiões também apresentam grandes concentrações de unidades produtores de frangos de corte.

Os resultados demonstram que a maior parte do consumo de água para se produzir suínos está nas culturas vegetais que são a base das dietas e não no consumo para dessedentação e limpeza das instalações. Isso insere uma mudança de visão, ou seja, a gestão hídrica da suinocultura brasileira não pode se limitar a unidade produtiva, mas deve abranger a cadeia produtiva. A partir dessa mudança de visão, ações de zoneamento econômico-ecológico se tornam de fundamental importância a fim de regular a expansão das produções de grãos e suínos nos territórios, bem como subsidiar comunidades, poder público e Comitês de Bacia Hidrográfica na tomada de decisão e delineamento de ações.

Essa visão de cadeia produtiva também deve inserir a água consumida no abate dos animais e processamento de seus produtos, o que não ocorreu nesse estudo. A dificuldade em se inserir esses consumos está na falta de informações disponíveis para a realidade brasileira.

Conclusão

Na pegada hídrica de um suíno em crescimento-terminação, a água consumida para produção do milho representou o maior montante. O consumo na dessedentação e limpeza das instalações foram insignificantes no montante da pegada, mas devem ser considerados na gestão hídrica do local e das regiões de concentração da atividade. Com isso, a gestão hídrica da cadeia produtiva de suínos não

pode ter como única abordagem a unidade produtiva, devendo inserir as cadeias agrícolas que se relacionam com ela.

O cálculo demonstrou que baixas produtividades nas culturas de milho e soja impactam negativamente a pegada, elevando seu valor. Portanto, os Estados devem ter programas e políticas para manutenção ou aumento das produtividades a fim de reduzir o impacto na pegada. A utilização da metodologia propiciou a visualização quantitativa dos fluxos hídricos inerentes à produção de suínos. Desta forma, ações mitigatórias devem ser delineadas considerando esses fluxos e não somente ações pontuais.

Agradecimentos

Aos pesquisadores da Embrapa Milho e Sorgo, Ricardo Brito e Camilo de Lelis T. de Andrade, e ao pesquisador da Embrapa Soja, José Renato, pelas informações referentes ao consumo de água pelas culturas de milho e soja. Ao pesquisador da Embrapa Suínos e Aves, Gustavo J. M. M. de Lima, pela disponibilização das formulações das dietas para suínos em crescimento e terminação.

Referências

- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. **Caderno setorial de recursos hídricos:** agropecuária. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006.
- BRUINSMA, J. **World agriculture, towards 2015/2030: an FAO perspective.** London; Rome: FAO, 2003.
- CHAPAGAIN, A. K.; HOEKSTRA, A. Y. **Virtual water flows between nations in relation to trade in livestock and livestock products.** Netherlands: Unesco-IHE, 2003.
- CONAB-Companhia Nacional de Abastecimento. **Séries históricas.** Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos>>. Acesso em: 15 mar. 2009.
- COUTO, L.; SANS, L. M. A. **Requerimento de água das culturas.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. (Circular Técnico, 20).
- DELGADO, C.; ROSEGRANT, M.; STEINFELD, H.; EHUI, S.; COURBOIS, C. **Livestock to 2020: the next food revolution.** Washington, D.C.: IFPRI, 1999.
- FAO-Food and Agriculture Organization. **Technical Conversion Factors for Agricultural Commodities.** Disponível em: <<http://www.fao.org/economic/ess/metodologia/methodology-systems/technical-conversion-factors-for-agricultural-commodities/es/>>. Acesso em: 25 mar. 2009.
- IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Pecuária Municipal.** Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pecua/>>. Acesso em: 20 fev. 2009.
- KHAN, A. S.; HANJRA, M. A. Footprints of water and energy inputs in food production – Global perspectives. **Food Policy**, v. 34, n. 4, p. 130-140, 2009.

- OJIMA, A. L. R. O.; OJIMA, R.; NASCIMENTO, T. T.; DO CARMO, R. L. A (nova) riqueza das nações: exportação e importação brasileira da água virtual e os desafios frente às mudanças climáticas. **Revista Tecnologia e Inovação Agropecuária**, v. 1, n. 1, p. 63-73, 2008.
- PALHARES, J. C. P.; CALIJURI, M. C. Caracterização dos afluentes e efluentes suinícolas em sistemas de crescimento/terminação e qualificação de seu impacto ambiental. **Ciência Rural**, v. 37, n. 2, p. 502-509, 2007.
- PENNING DE VRIES, F. W. T.; RABBINGE, R.; GROOT, J. J. R. Potential and attainable food production and food security in different regions. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**, v. 352, n. 1356, p. 917-928, 1997.
- PIMENTEL, D.; BERGER, B.; FILIBERTO, D.; NEWTON, N.; WOLFE, B.; KARABINAKIS, E.; CLARK, S.; POON, E.; ABBETT, E.; NANDAGOPAL, D. Water Resources: Agricultural and Environmental Issues. **BioScience**, v. 54, n. 10, p. 909-918, 2004.
- PINGALI, P. Westernization of Asian diets and the transformation of food systems: implications for research and policy. **Food Policy**, v. 32, n. 1, p. 281-298, 2007.
- RENAULT, D.; WALLENDER, W. Nutritional water productivity and diets. **Agricultural Water Management**, v. 45, n. 3, p. 275-296, 2000.
- ROSEGRANT, M. W.; CAI, X.; CLINE, S. A. **World water and food to 2025**: dealing with scarcity. Washington, D.C.: IFPRI, 2002.

Received on April 8, 2010.

Accepted on November 29, 2010.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.