



IV-058 – A PEGADA HÍDRICA DO FRANGO NA REGIÃO METROPOLITANA DE FEIRA DE SANTANA

Anderson Carneiro de Souza⁽¹⁾

Engenheiro Químico pela Universidade Federal de Sergipe (1999), Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Faculdade de Tecnologia e Ciência (2013) e Mestrando em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). Atualmente é Especialista em Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado da Bahia (INEMA).

Silvio Roberto Magalhães Orrico

Doutor em Saúde Pública pela Faculdade de Saúde Pública da USP (2003). Mestre em Poluição e Controle Ambiental - University Manchester Institute of Science and Technology (1991). Engenheiro Civil pela Universidade Federal da Bahia (1978). Atualmente é professor adjunto da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS).

Eduardo Henrique Borges Cohim Silva

Doutor em Energia e Meio Ambiente (2011), Mestre em Tecnologias Limpas (2006) e graduação em Engenharia Sanitária pela Universidade Federal da Bahia (1983). Atualmente é professor adjunto da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS).

Endereço⁽¹⁾: Rua Castro Alves, 1.314, 2º andar – Centro – Feira de Santana – BA – CEP: 44001-184 – Brasil – Tel: (75)3223-3739 – e-mail: andersoncs@outlook.com

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi identificar a apropriação de água da atividade de avicultura na Região Metropolitana de Feira de Santana (RMFSA), utilizando a pegada hídrica como ferramenta. Foi verificado que são necessários 3.146 litros de água para produzir um quilo de frango nesta região, sendo que 56% desta demanda estão associados com a produção de ração, impactando indiretamente na região oeste do estado da Bahia que é a grande fornecedora de milho, soja e seus derivados para as empresas instaladas nesta região. Comparando com os resultados obtidos em outros estados da Federação, constatou-se que a pegada hídrica da RMFSA está acima da média nacional, mas dentro da faixa de valores encontrados por Palhares (2012).

PALAVRAS-CHAVE: Pegada Hídrica, Frango, Feira de Santana.

INTRODUÇÃO

O consumo de carne de frango no Brasil vem aumentando a cada ano. Em 2000, este consumo era de quase 6 milhões de toneladas, passando para mais de 13 milhões de toneladas no ano de 2011 (UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA, 2012).

A região sul do país é a grande produtora de carne de frango, respondendo por mais de 60% do abate nacional, sendo o estado do Paraná o maior produtor, com 28% do mercado brasileiro. No caso da região Nordeste, esta atividade ainda não possui uma grande representatividade, sendo a Bahia responsável por apenas 0,62% da produção nacional (UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA, 2012).

Apesar do estado da Bahia não ter grande participação na produção nacional de carne de frango, tal atividade tem uma grande importância para a Região Metropolitana de Feira de Santana na geração de emprego e renda. Segundo Conceição (2007) em 2002, esta região possuía 36,77% do efetivo de aves no estado da Bahia e, em 2005, estes frigoríficos geravam mais de 2.000 empregos diretos.

Analisando todo o ciclo de vida, incluindo a produção de ração, a criação e o abate pode-se identificar vários impactos provocados pela avicultura, como geração de resíduos, mas este artigo irá focar no consumo de água e na geração de efluentes.

Uma das ferramentas que pode ajudar numa avaliação de impacto ambiental é a pegada hídrica (PH). Do mesmo modo que a Análise do Ciclo de Vida (ACV), uma das técnicas utilizada quando se faz uma avaliação de um processo produtivo com base na metodologia de Produção Limpa, a pegada hídrica analisa todo o consumo de água para produzir um produto ou serviço, englobando todas as etapas do processo, como também, faz a mesma análise da água necessária para a produção da matéria-prima e insumo utilizados na produção deste mesmo produto ou serviço (HOEKSTRA et al., 2011).

Assim, o objetivo deste trabalho é determinar a quantidade de água necessária para produzir 1 kg de frango na Região Metropolitana de Feira de Santana, analisando toda a cadeia produtiva, ou seja, calcular a pegada hídrica do frango nesta região.

O CONCEITO DA PEGADA HÍDRICA

A pegada hídrica é um indicador do uso da água, considerando o uso direto e indireto de um consumidor ou produto, dando uma referência da apropriação de recursos hídricos, ao contrário do conceito tradicional e restrito da captação de água (HOEKSTRA et al., 2011). Contudo, a sustentabilidade da PH depende de fatores locais, principalmente quanto à disponibilidade de recursos hídricos, ou seja, uma PH baixa numa região com escassez de água pode gerar um impacto maior que uma PH alta numa área com grande disponibilidade de água (SILVA et al., 2013). No Brasil, essa situação pode ser observada na região semiárida do Nordeste e na Amazônia, respectivamente.

Outro aspecto importante da pegada hídrica é a não contabilização da vazão de retorno (uso não-consuntivo), quando a água azul (superficial e subterrânea), denominada de pegada hídrica azul, retorna ao ambiente de origem. Além disso, a PH contabiliza a água verde (chuva) e cinza (efluente), denominado de pegada hídrica verde e cinza, respectivamente, conforme demonstrado na Figura 1 (HOEKSTRA et al., 2011).

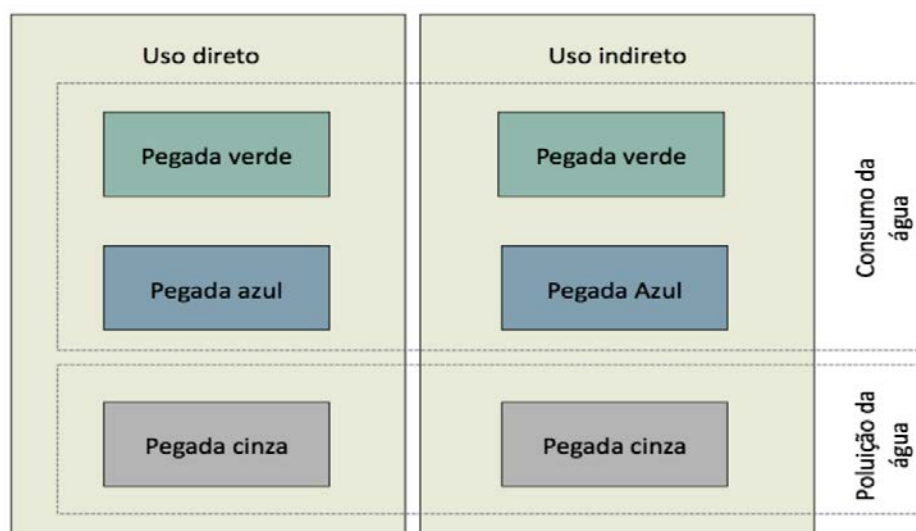


Figura 1 – Componentes de uma pegada hídrica.
Fonte: (HOEKSTRA et al., 2011)

Segundo Hoekstra et al. (2011), “a pegada hídrica de uma simples ‘etapa do processo’ é a base de todos os cálculos de pegada hídrica”. Para calcular a PH de um determinado produto, seja intermediário ou final, de bens ou serviços, deve-se agregar a PH de vários passos relevantes do processo de elaboração do produto, devendo analisar os casos onde a dupla contabilidade pode ser somada. Nesse caso da PH da carne de frango isso não acontece, pois todas as etapas contribuem para um único produto.

Consultando a literatura, verificou-se que no Brasil apenas o trabalho de Palhares (2012) realizou um estudo específico para a pegada hídrica do frango, cujos dados obtidos estão expostos na Tabela 1.

Tabela 1 – Pegada hídrica do frango ($m^3.kg^{-1}$) nos estados das Regiões Sul, Sudeste e Centro-oeste.

Estado	Ano											Média
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
MG	2,2	2,2	1,9	1,9	1,8	1,8	2,1	1,8	1,9	1,7	1,7	1,91
ES	2,7	2,5	2,5	2,5	2,6	2,6	3	2,7	3,0	2,7	2,6	2,67
RJ	3,1	3,2	2,8	2,8	3,0	2,8	2,7	2,9	2,7	2,9	2,7	2,87
SP	2,3	1,9	1,8	1,7	1,8	2,0	1,8	1,7	1,7	1,8	1,6	1,83
PR	2,2	1,7	1,8	1,5	1,9	2,2	1,8	1,4	1,7	1,6	1,4	1,75
SC	2,0	1,7	1,9	1,6	1,9	2,2	2,0	1,5	1,8	1,7	1,5	1,80
RS	2,7	2,0	2,6	1,9	2,7	4,7	2,3	1,8	2,3	1,9	1,9	2,44
MS	2,4	1,7	2,1	1,6	2,3	3,7	1,9	1,6	1,9	---	---	2,13
MT	2,1	1,9	2,0	1,8	2,0	2,2	2,2	1,7	2,0	1,8	1,7	1,95
GO	1,8	1,7	1,7	1,6	1,8	1,8	1,8	1,6	1,7	1,6	1,5	1,69

--- Dados não disponíveis

Fonte: Palhares (2012)

A SITUAÇÃO DA AVICULTURA EM FEIRA DE SANTANA

A Avicultura nacional teve um crescimento de 6,8% em 2011 em relação ao ano de 2010. Atualmente, o Brasil é o maior exportador e o terceiro maior produtor mundial, ficando atrás apenas da China e dos Estados Unidos. Cerca de 70% da produção é destinada para o mercado interno, tendo um consumo per capita anual de 47,4 quilos por pessoa. No estado da Bahia em 2012, foram produzidas 80.000 toneladas de carne de frango (UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA, 2012).

A atividade avícola está presente nas regiões sudoeste, sul e oeste da Bahia, mas com destaque para a região do recôncavo baiano, principalmente nos municípios de Conceição da Feira e São Gonçalo dos Campos (PERFIL... 2013).

O desenvolvimento desta atividade nestes municípios começou em 1997 com a implantação de 03 frigoríficos de grande porte e do sistema integrado de produção, onde são fornecidos aos criadores de frango toda a infraestrutura necessária como ração, assistência técnica e os pintos (CONCEIÇÃO, 2007).

Deste modo, a avicultura já é uma atividade consolidada na região metropolitana de Feira de Santana, com expectativa de expansão, já que 40% da demanda do estado da Bahia é atendida por outros entes da Federação (PERFIL... 2013).

METODOLOGIA

Este estudo analisou a cadeia produtiva do frango, compreendendo as etapas de produção de ração, criação e abate, utilizando dados de um Frigorífico de grande porte instalado na RMFSA e dados da literatura, conforme demonstrados na Figura 2.

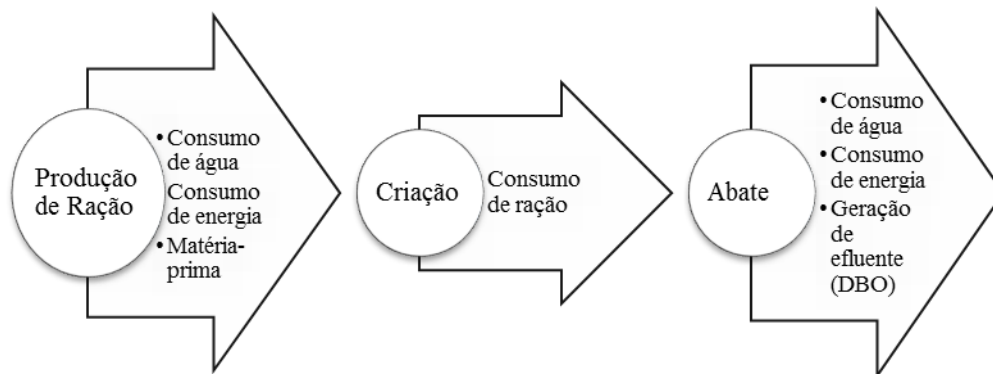


Figura 2 – Etapas do processo produtivo da carne de frango e dados utilizados para o cálculo da pegada hídrica.

Para a etapa da fabricação de ração, foram utilizados dados referentes ao consumo de água e da composição da ração, listados na Tabela 2, juntamente com as pegadas hídricas destes componentes, obtidos no processo de licenciamento ambiental protocolado no Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA), proveniente de uma fábrica de ração instalada no município de Feira de Santana. Nesta mesma unidade industrial, foram obtidos dados de consumo de energia elétrica e de produção entre os meses de julho de 2012 a março de 2013 (PIZZI JUNIOR, 2013). Vale ressaltar que alguns componentes da ração como premix vitamínicos, compostos químicos e alguns tipos de farinhas, foram desconsiderados por representar apenas 7% da formulação.

Tabela 2 – Composição da ração e as pegadas hídricas destes componentes.

Ingredientes	Composição da ração (%)	Pegada Hídrica (m ³ .ton ⁻¹)			
		Azul	Verde	Cinza	Total
Milho	63	70	2.037	37	2.145
Soja	6	2	3.627	29	3.657
Farelo de soja	22	3	1.538	162	1.703
Óleo de soja	2	1	2.184	17	2.202
Outros	7	---	---	---	---

Fonte: Brasil Foods S/A (2007) e Mekonnen e Hoekstra (2010)

Para determinar a pegada hídrica da etapa de produção de ração (PH_R) utilizou-se a Equação 01. Nesta equação, utilizou-se a relação de 418 L para produzir 1kwh de energia hidrelétrica no Brasil obtida por Coltro, Garcia e Queiroz (2003), como sendo a pegada hídrica da energia elétrica necessária nesta etapa, como também na etapa de abate.

$$PH_R = (\%M \times PH_M) + (\%S \times PH_S) + (\%FS \times PH_{FS}) + (\%OS \times PH_{OS}) + C_{H_2O} + (C_{EN} \times PH_{EN}) \quad \text{Equação (1)}$$

Onde: PH_R = Pegada hídrica da etapa de produção de ração (m³.ton⁻¹)
 %M = Percentual do milho na composição da ração
 PH_M = Pegada hídrica do milho (m³.ton⁻¹)
 %S = Percentual da soja na composição da ração
 PH_S = Pegada hídrica da soja (m³.ton⁻¹)
 %FS = Percentual do farelo de soja na composição da ração
 PH_{FS} = Pegada hídrica do farelo de soja (m³.ton⁻¹)
 %OS = Percentual do óleo de soja na composição da ração
 PH_{OS} = Pegada hídrica do óleo de soja (m³.ton⁻¹)
 C_{H₂O} = Consumo de água no processo produtivo da ração (m³.ton⁻¹)
 C_{EN} = Consumo de energia elétrica (kwh.ton⁻¹)
 PH_{EN} = Pegada hídrica da energia elétrica (m³.kwh⁻¹)

Para etapa de criação, utilizou-se o Manual do Frango de Corte (GRANJA PLANALTO, 2006) em que estabelece um consumo de 3,8 kg de ração para atingir o peso ideal de abate (2,3 kg), gerando a Equação 02.

$$PH_C = \frac{C_R}{P_{AB}} \times PH_R \quad \text{Equação (2)}$$

Onde: PH_C = Pegada hídrica na etapa de criação ($m^3 \cdot ton^{-1}$)
 C_R = Consumo de ração na etapa de criação (kg)
 P_{AB} = Peso do frango para abate (kg)

Na etapa de abate, obteve-se de um Frigorífico instalado no município de São Gonçalo dos Campos, dados de produção, consumo de energia e água e do monitoramento de efluente para o parâmetro DBO – Demanda Biológica de Oxigênio entre os meses de julho de 2012 a março de 2013, os quais são apresentados na Tabela 3. Além desses dados, utilizou-se a vazão do efluente, declarada no processo de licenciamento ambiental do Frigorífico, que lança no Lago de Pedra do Cavalo, cuja DBO natural e máxima permitida para este corpo d'água classe 2 é de 2 e 5 $mg \cdot L^{-1}$, respectivamente.

Tabela 3 – Dados utilizados para calcular a pegada hídrica na etapa de abate.

	Dados absolutos	Dados relativos
Animais Abatidos	2.824.575	----
Peso	6.527.968 Kg	2,3 kg.animal ⁻¹
Água	66.366 m ³	10,2 L.kg ⁻¹
Energia elétrica	1.942.383,7 kwh	0,3 kwh.kg ⁻¹
DBO	38,98 mg.L ⁻¹	----
Vazão do efluente	54.750 m ³	8,4 L.kg ⁻¹

Fonte: Gnoinsky (2013)

$$PH_{AB} = PH_{ABA} + PH_{ABC} \quad \text{Equação (3)}$$

$$PH_{ABA} = C_{H_2O} + (C_{EN} \times PH_{EN}) \quad \text{Equação (4)}$$

$$PH_{ABC} = \left(\frac{DBO_{EFL} - DBO_{CAP}}{DBO_{MAX} - DBO_{NAT}} \right) \times \frac{Q_{EFL}}{P_M} \quad \text{Equação (5)}$$

Onde: PH_{AB} = Pegada hídrica na etapa de abate ($m^3 \cdot ton^{-1}$)
 PH_{ABA} = Pegada hídrica azul na etapa de abate ($m^3 \cdot ton^{-1}$)
 PH_{ABC} = Pegada hídrica cinza na etapa de abate ($m^3 \cdot ton^{-1}$)
 DBO_{EFL} = Demanda Bioquímica de Oxigênio do efluente ($mg \cdot L^{-1}$)
 DBO_{CAP} = Demanda Bioquímica de Oxigênio na água captada ($mg \cdot L^{-1}$)
 DBO_{MAX} = Demanda Bioquímica de Oxigênio permitida em recursos hídricos classe 02 ($mg \cdot L^{-1}$)
 DBO_{NAT} = Demanda Bioquímica de Oxigênio natural do corpo d'água receptor ($mg \cdot L^{-1}$)
 Q_{EFL} = Vazão do efluente ($m^3 \cdot mês^{-1}$)
 P_M = Produção de carne de frango ($ton \cdot mês^{-1}$)

Com os resultados das pegadas hídricas das três etapas (produção de ração, criação e abate), utilizou-se a Equação 6, conforme o método de abordagem da soma das cadeias do Manual de Avaliação da Pegada Hídrica da Water Footprint Network, para determinar a pegada hídrica do frango na RMFSA (HOEKSTRA et al., 2011).

$$PH_F = PH_R + PH_C + PH_{AB} \quad \text{Equação (6)}$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Utilizando as equações citadas anteriormente, foi calculada a pegada hídrica necessária para a produção de 1kg de frango na RMFSA, conforme apresentado na Figura 3.

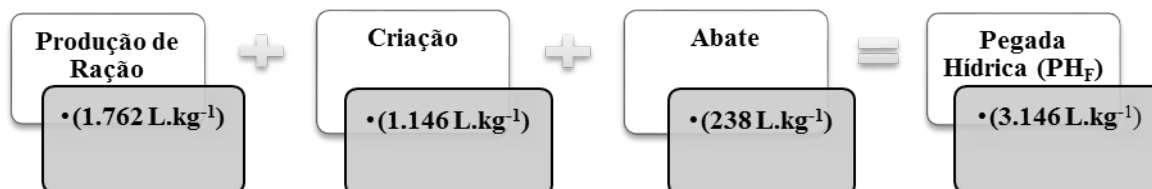


Figura 3 – Pegada Hídrica do Frango na RMFSA.

Observa-se que a maior parte da pegada (56%) está associada à produção de ração, devido à quantidade de água necessária para produzir o milho, a soja e seus subprodutos, impactando, principalmente, a região oeste do estado da Bahia, que abastece os grandes frigoríficos instalados na RMFSA. A Figura 4 apresenta a pegada hídrica total e para cada etapa do processo produtivo, especificando as contribuições das PH azul, verde e cinza.

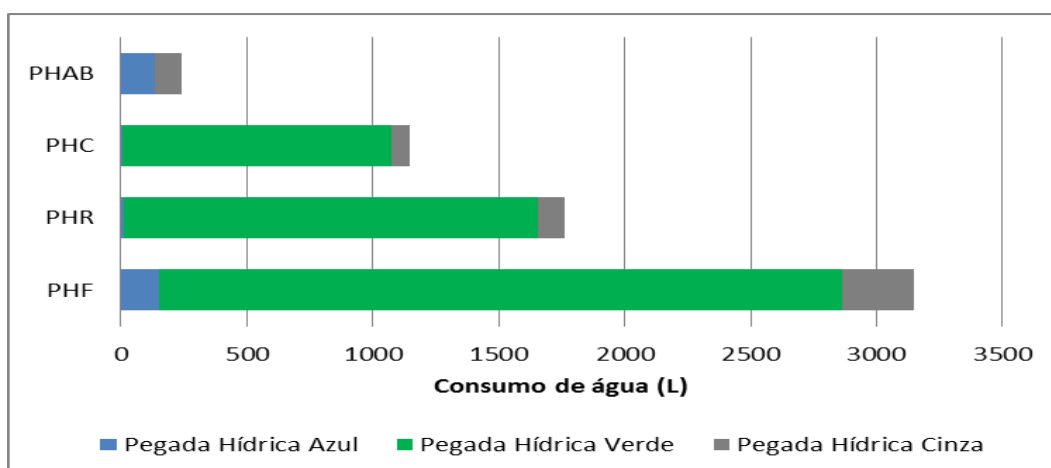


Figura 4 – Tipo de pegada hídrica (L.kg⁻¹) para cada etapa do processo produtivo.

Utilizando o consumo per capita do frango no Brasil e a população da RMFSA que é de 673.637 habitantes (BRASIL, 2010), obteve-se o valor em torno de 100 km³ como a pegada hídrica anual desta região. Como pode ser observado na Figura 05, este valor quase duplicou em 11 anos, enquanto a população da RMFSA aumentou apenas 15,5% e o consumo per capita de carne de frango aumentou 58,4% no mesmo período.

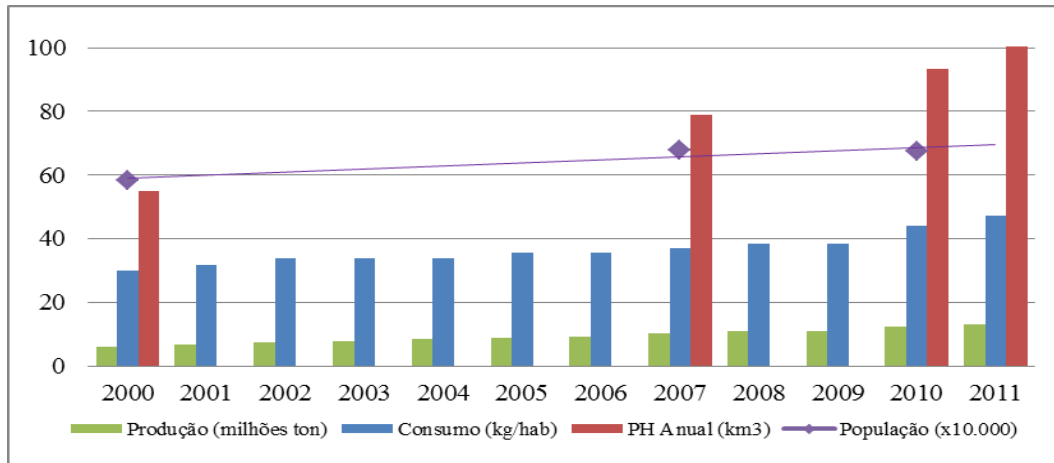


Figura 5 – Evolução da produção e consumo de carne de frango no Brasil e da população e da pegada hídrica anual da RMFSA.

Comparando a pegada hídrica da RMFSA com dados obtidos por Palhares (2012), apresentados na Figura 6, verificou-se que a primeira está acima da média nacional (2.100 L.kg^{-1}), mas dentro da faixa de valores encontrados. Neste estudo de abrangência nacional, foram consideradas as quantidades de água necessárias para produção dos grãos, resfriamento e limpeza das instalações e dessedentação na etapa de criação dos animais. Contudo, esse autor não considerou o consumo de energia elétrica e a etapa de abate do frango, responsáveis na RMSFA por 130 e 238 L de água, respectivamente, valores estes que correspondem a 11,69% da PH_F. Mesmo assim, ainda existe diferença nos resultados dos dois trabalhos quando comparados à média nacional, que deve estar associada aos métodos diferenciados para os cálculos das pegadas hídricas dos grãos, mas que foram equivalentes aos estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo.

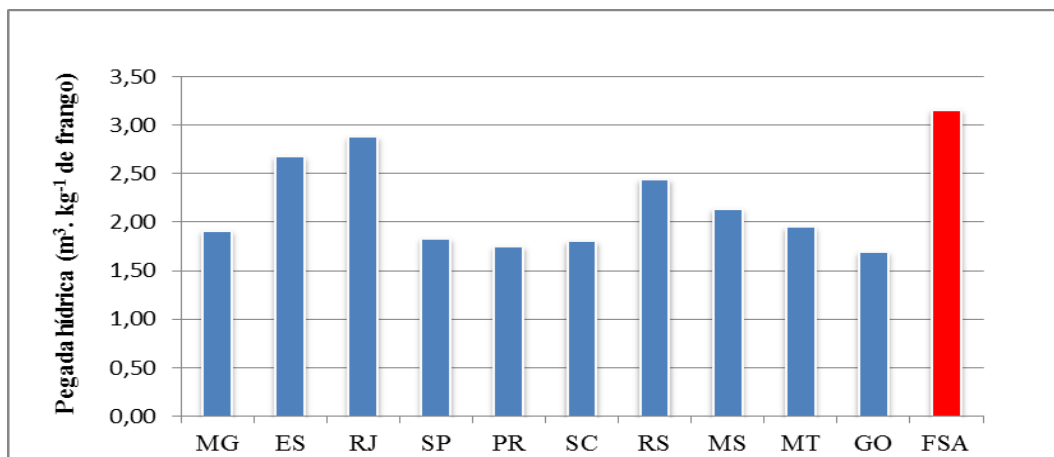


Figura 6 – Pegada hídrica média de alguns estados do Brasil no período de 2000 a 2010 e a da RMFSA. Fonte: Adaptado de Palhares (2012)

Aplicando a mesma metodologia utilizada para o cálculo da pegada hídrica em Feira de Santana, mas com a PH dos componentes da ração provenientes de outros estados produtores, verificou-se um melhor resultado se estes componentes fossem provenientes do estado do Pará, onde se obteve um valor com redução de 17,4%, conforme demonstrado na Figura 7. Frisa-se que nesta análise não foi considerada a pegada hídrica relacionada com o transporte e nem a viabilidade econômica.

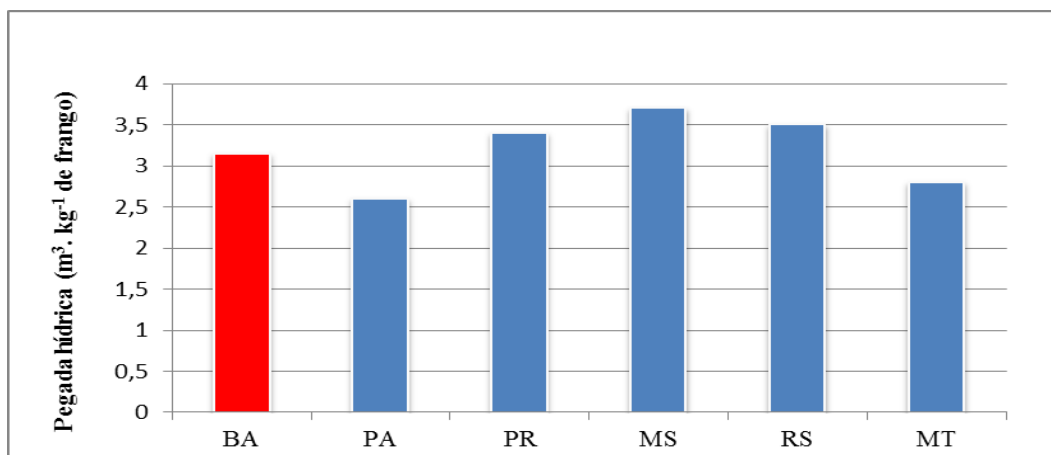


Figura 7 – Pegada hídrica do frango de Feira de Santana com os componentes da ração provenientes da Bahia e de outros estados.

CONCLUSÕES

Analisando toda a cadeia produtiva do frango na Região Metropolitana de Feira de Santana, chegam-se as seguintes conclusões deste trabalho:

- ✓ Verificou-se que são necessários 3.146L de água para produzir 1kg deste animal. Contudo, observando que a produção da ração é responsável por 56% desta demanda, pode-se afirmar que o grande impacto desta atividade não é na RMFSA e sim na região que é obtida os componentes da ração. Diante do exposto, a atividade de avicultura da RMFSA está impactando indiretamente na região oeste do estado da Bahia, ou seja, em outra bacia hidrográfica;
- ✓ Analisando por tipo de pegada hídrica, 86% da pegada hídrica do frango é verde, ou seja, proveniente de água de chuva. Mesmo tendo um resultado menor, os 5% referente a pegada hídrica azul em 2011 equivale a quase o volume máximo do Lago de Pedra do Cavallo, que abastece a RMFSA e boa parte da região metropolitana de Salvador. Associando com a tendência de crescimento populacional e do consumo per capita de carne de frango nesta região, pode-se afirmar que este sistema produtivo é insustentável do ponto de vista ambiental;
- ✓ Com a exportação do frango, o Brasil exporta também como água virtual 12.400 km³;
- ✓ Apesar do alto consumo de água, o consumo da carne de frango ainda tem um menor impacto nos recursos hídricos se compararmos com a carne bovina e suína.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Informações sobre os municípios brasileiros**. 2010. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>>. Acesso em: 01 jun. 2013.
2. BRASIL FOODS S/A (São Gonçalo dos Campos -BA). **Estudo Unificado: Roteiro de Caracterização Ambiental e Auto Avaliação para o Licenciamento Ambiental**. Salvador: Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2007. 24 p. Processo de nº 2007-000530/TEC/RLO-0002, referente à renovação da Licença de Operação da empresa BR Foods, atualmente SEARA Alimentos Ltda.
3. COLTRO, Leda; GARCIA, Eloísa E. C.; QUEIROZ, Guilherme de C.. Life Cycle Inventory for Electric Energy System in Brazil. **The International Journal of Life Cycle Assessment**. Ontario, p. 290-296. 14 ago. 2003.
4. CONCEIÇÃO, Edney. **Territorialidade da avicultura de corte na Bahia: o sistema integrado de produção avícola nos municípios de São Gonçalo dos Campos e Conceição da Feira - BA**. 2007. 303 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2007.
5. GNOINSKY, Anderson. **Dados**. [mensagem pessoal] Mensagem recebida por: <andersoncarneirosouza@hotmail.com>. em: 20 abr. 2013.



6. GRANJA PLANALTO. **Manual do frango de corte**. Modelo Revisão 03. 18/09/2006. Uberlândia: 2006.
7. HOEKSTRA, Arlen Y. et al. **Manual de Avaliação da Pegada Hídrica: Estabelecendo o Padrão Global**. São Paulo: Earthscan, 2011. 191 p. Solução Supernova. Disponível em: <<http://www.waterfootprint.org/downloads/ManualDeAvaliacaoDaPegadaHidrica.pdf>>. Acesso em: 27 mar. 2013.
8. MEKONNEN, M. M.; HOEKSTRA, A. Y.. **The green, blue and grey water footprint of farm animals and animal products**. Delft: UNESCO-IHE Institute For Water Education, 2010. 43 p. (Value of water research report). Disponível em: <<http://www.waterfootprint.org/Reports/Report-48-WaterFootprint-AnimalProducts-Vol1.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2013.
9. PALHARES, Julio C. P.. Pegada hídrica das aves abatidas no Brasil na década 2000-2010. In: SEMINÁRIO DE GESTÃO AMBIENTAL NA AGROPECUÁRIA, 3., 2012, Bento Gonçalves. **Anais...**. Bento Gonçalves: Embrapa, 2012. p. 1 - 8. Disponível em: <<http://www.proamb.com.br/downloads/1qsd7a.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2013.
10. PERFIL Avícola na Bahia. Elaborada pela Associação Baiana de Avicultura. Disponível em: <<http://www.avicultura-ba.com.br/perfil-agricola-na-bahia>>. Acesso em: 15 abr. 2013.
11. PIZZI JUNIOR, Jose Carlos. **ENC: Dados para artigo**. [mensagem pessoal] Mensagem recebida por: <anderson.souza@inema.ba.gov.br>. em: 10 maio 2013.
12. SILVA, Vicente de P. R. da et al. Uma medida de sustentabilidade ambiental: Pegada hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 1, p.100-105, jan. 2013. Mensal. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v17n1/v17n01a14.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2013.
13. UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA (Brasil). **Relatório Anual**. São Paulo: União Brasileira de Avicultura, 2012. 113 p. Disponível em: <<http://www.ubabef.com.br/files/publicacoes/41c30a0f46702351b561675f70fae077.pdf>>. Acesso em: 02 maio 2013.