

Ações e medidas da avicultura sustentável

Everton Luis Krabbe¹, Suelen Nunes da Silva²

¹Engenheiro Agrônomo, Pesquisador, Embrapa – Suínos e Aves

²Médica Veterinária, Mestranda, Universidade Federal de Pelotas

Segundo o dicionário, sustentável significa algo que se pode sustentar, mantendo-se constante ou estável por um longo período. Já a expressão “desenvolvimento sustentável” é conceituada como o que pode ser realizado sem que haja prejuízo (riscos) ao ambiente. O WWF (Fundo Mundial para a Vida Selvagem) refere-se a um desenvolvimento sustentável como aquele que é capaz de suprir as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade de atender as necessidades das futuras gerações, é o desenvolvimento que não esgota os recursos para o futuro.

Mediante à preocupação com a limitação dos recursos naturais, movimentos ambientalistas das décadas de 1960 e 1970 criaram o conceito da Análise do Ciclo de Vida (ACV) que é a ferramenta que avalia as consequências ambientais e à saúde humana associadas a um produto, serviço, processo ou material ao longo de todo o seu ciclo de vida (do berço ao túmulo), desde a extração e processamento da matéria-prima até o descarte final, passando pelas fases de transformação e beneficiamento, transporte, distribuição, uso, reuso, manutenção e reciclagem (VIGON et al, 1993). De acordo com Chehebe (1997), todo produto, não importa de que material seja feito, madeira, vidro, plástico, metal ou qualquer outro elemento, provoca um impacto no meio ambiente, seja em função de seu processo produtivo, das matérias primas que consome, ou devido ao seu uso ou disposição final.

Os estudos de Análise do Ciclo de Vida são menos utilizados no setor de aves se comparado a outros setores agropecuários. No entanto, trabalhos sobre ACV na avicultura, primeiro de corte seguida da de postura, tem aparecido com frequência crescente nos últimos anos, impulsionados, principalmente, pelos estudos dedicados ao potencial de aquecimento global das atividades agroindustriais (Ferraz, 2015).

Silva et al. (2014) utilizaram a ACV para comparar os encargos ambientais dos diferentes cenários produtivos de frangos de corte no Brasil e na França. Os resultados do estudo revelaram que a maior contribuição para os impactos ambientais durante a produção de frango, dentre os sistemas estudados (produção extensiva e intensiva, em grande e pequena escala) advém da fase de produção da alimentação animal. Esses impactos estão mais associados ao cultivo da lavoura do que ao transporte ou processamento dessa matéria prima.

Pelletier et al. (2013) conduziram uma análise de pegada de carbono na produção de ovos na região centro-oeste dos Estados Unidos e obtiveram resultados que apontaram a produção de alimentos para fabricação da ração e o uso dessa na alimentação dos animais como maior responsável pelas emissões de gases de efeito estufa na cadeia produtiva do ovo, devido às emissões geradas no uso do solo, no cultivo dos grãos e na digestão.

Diante desses estudos fica evidente que a otimização da eficiência de produção e do consumo das rações é uma importante medida a fim de se minimizar os custos ambientais da atividade avícola.

Importância da água na avicultura

O conceito da pegada hídrica proporciona aos consumidores o conhecimento de como as produções pecuárias se relacionam com a água e como os atores das cadeias produtivas podem promover a gestão e conservação do recurso natural. Esse conceito é definido como o volume de água total usada durante a produção e consumo de bens e serviços, bem como o consumo direto e indireto no processo de produção (Palhares, 2012).

A água é essencial na avicultura e seu uso racional é fundamental para manutenção desse recurso. É consumida em pequenas quantidades pelas aves, porém com muita frequência, é utilizada também na higiene das instalações e equipamentos, vacinação, administração de medicamentos e aditivos na água de bebida. O uso de água de qualidade duvidosa pode prejudicar os índices zootécnicos (Tabler, 2003), promover a disseminação de enfermidades que acarretam graves prejuízos econômicos (Gama, 2005), além de carrear agentes patogênicos causadores de enfermidades (Barros et al., 2001). A escolha das instalações e de equipamentos também é de extrema importância para que não haja desperdício e/ou contaminação desse recurso.

Palhares (2012) também afirma que a maior parte do consumo de água para produção de aves de corte se dá no cultivo dos grãos. O mesmo ocorre no cálculo da pegada hídrica de qualquer outra atividade pecuária. Portanto, a gestão hídrica da atividade pecuária está intimamente relacionada com a gestão hídrica da atividade agrícola. Quanto mais eficiente for a agricultura no uso da água, menor será a pegada hídrica das proteínas animais

Captação de recursos hídricos

O manejo ambiental das granjas avícolas compreende em considerar a disponibilidade dos recursos naturais da propriedade e da bacia hidrográfica. A água para utilização na avicultura só poderá ser extraída de fontes sustentáveis e que a forneçam em condições ideais de qualidade e quantidade. Essas fontes devem estar protegidas de cargas poluidoras e do acesso de pessoas e animais. Se a água for proveniente do subsolo, deve-se compatibilizar o consumo com o potencial de recarga; proteger as fontes de água de cargas poluidoras e do acesso de pessoas e animais, solicitando das autoridades competentes a outorga da água utilizada na criação de frangos.

Análises prévias da disponibilidade e qualidade da água devem ser realizadas para manutenção da sustentabilidade do sistema ao longo do tempo. Após a implantação, devem-se realizar análises semestrais da qualidade físico-químico-biológica da água de dessedentação (Palhares, 2003).

Consumo de água pelas aves

A água é o nutriente mais importante consumido pelas aves. Durante a sua vida um frango de 2,3 kg irá consumir aproximadamente nove litros de água e quatro quilos de alimento. Assim, um lote com 10.000 frangos de corte

abatidos com 42 dias de idade irá gastar cerca de 90.000 litros de água, considerando apenas a ingestão. Na Tabela 1 estão apresentadas estimativas de consumo de água para diferentes espécies de aves em diferentes idades de produção (Bell; Weaver, 2002).

Existe uma íntima relação do consumo de água com o consumo de alimento. Essa relação é um importante indicativo de eficiência de utilização dos alimentos pelos frangos. Em poedeiras, Van Kampen (1983) demonstrou que quanto maior a relação consumo de água/consumo de ração, maior é a eficiência de utilização do alimento. Monitorar o consumo diário de alimento e água é um procedimento importante que deve ser considerado, para que haja a maior eficiência do alimento, evitando assim o seu desperdício.

O consumo de água pode ser influenciado pela natureza da dieta. Dietas com alta concentração de sódio ou potássio estão associadas com aumento de consumo de água. Dietas com concentração de sódio de 0,25% estimulam aumento do consumo de água em 10% em comparação com dietas contendo 14% de sódio. Dessa forma, a manipulação do conteúdo mineral da dieta é uma forma de prática de controle do consumo de água. A proteína da dieta também modifica o consumo de água; dietas com alta proteína proporcionam aumento no consumo de água, que pode estar relacionado ao mecanismo de excreção do ácido úrico pelos rins. Em média aumentos de 1% na proteína da dieta estão associados com 3% de aumento no consumo de água (Viola, et al. 2011). Com isso, fica evidente a relação da nutrição com o consumo de água e a importância do seu controle para que não haja desperdício desse nutriente.

Tabela 1. Consumo de água de frangos de corte, aves de postura e perus em diferentes idades.

Idade (semanas)	Frangos de corte (mL/semana)	Postura leve (mL/semana)	Postura pesada (mL/semana)	Perus (mL/semana)	
				Machos	Fêmeas
1	225	200	200	385	385
2	480	300	400	750	690
3	725			1.135	930
4	1.000	500	700	1.650	1.274
5	1.250			2.240	1.750
6	1.500	700	800	2.870	2.150
7	1.750			3.460	2.640
8	2.000	800	900	4.020	3.180
9				4.670	3.900
10		900	1.000	5.345	4.400
11				5.850	4.620
12		1.000	1.100	6.220	4.660
13				6.480	4.680
14		1.100	1.100	6.680	4.700
15				6.800	4.720
16		1.200	1.200	6.920	4.740
17				6.960	4.760
18		1.300	1.300	7.000	
19				7.020	
20		1.600	1.500	7.040	

Extraído de VIOLA et al., 2011, adaptado de Bell e Weaver, 2002.

Importância da nutrição para a avicultura sustentável

A preocupação com o ambiente tem fomentado a busca por alternativas na biotecnologia, não apenas para remoção de poluentes do ambiente, mas principalmente para evitar a geração de poluentes como medida altamente sustentável. A biotecnologia tem interagido com outras disciplinas criando uma interface altamente promissora e um exemplo de sucesso encontra-se em seu emprego na nutrição animal (Mazzuco, 2008). Na área da nutrição, muitas pesquisas têm sido realizadas na busca de alternativas que possibilitem a formulação de rações mais eficientes e econômicas.

A eficiência alimentar na avicultura, ou seja, aproveitamento do consumo de ração do animal é um desafio constante da avicultura. Acredita-se que esse melhor aproveitamento seja uma forma de tornar a atividade avícola mais sustentável, pois assim reduzem-se os custos com ração e os impactos que sua fabricação gera ao meio ambiente.

O uso de alimentos alternativos também é uma forma de aproveitar melhor os recursos naturais oferecidos para a produção de ração animal e, na maioria dos casos, diminuir os custos com a alimentação, entretanto os índices zootécnicos ficam comprometidos, devido à piora da utilização da energia e/ou proteína de alguns desses ingredientes pelos animais, principalmente pela presença de fatores tidos como antinutricionais (Araújo et al., 2007). Na tentativa de reduzir este comprometimento, alguns artifícios são utilizados, como a adição de enzimas exógenas, probióticos, prebióticos, simbióticos e antibióticos nas dietas, que podem auxiliar de forma direta e/ou indiretamente o animal a utilizar mais eficientemente os nutrientes contidos nesse tipo de ingredientes (Schwarz, 2002).

Probióticos

Os probióticos promovem o equilíbrio da microbiota intestinal e melhoram o ganho de peso e a eficiência alimentar das aves, justamente por competirem com os patógenos no intestino e evitarem lesões no vilo, permitindo a regeneração da mucosa intestinal (Sato et al., 2002). Eles podem melhorar o aproveitamento dos alimentos e reduzir a excreção de nutrientes. O uso de probióticos com alta atividade enzimática fornece benefícios adicionais nos termos de redução de custo do suplemento enzimático (Yu et al., 2007). No entanto, poucos estudos têm sido realizados visando avaliar as características da cama reutilizada quando utilizados probióticos nas dietas (Traldi et al., 2007).

Enzimas exógenas

As enzimas exógenas de maneira simplificada são definidas como, catalisadores biológicos que aceleram as reações químicas. Não são organismos vivos, mas sim produtos de organismos vivos como bactérias e fungos (Hannas & Pupa, 2007). Esse tipo de enzima vem sendo utilizadas principalmente com o objetivo de melhorar a digestibilidade de fontes alternativas de energia, como centeio, trigo, cevada e aveia, tendo, como consequência, uma melhora no ambiente dos animais ao apresentarem fezes

mais secas e sem resíduo de alimento (Murakami et al., 2007), diminuindo os riscos de contaminação e queda de desempenho dos lotes.

O uso de enzimas exógenas nas dietas para animais de produção tem causando um grande impacto nos sistemas de criação industrial. As enzimas são usadas frequentemente no sentido de aumentar a qualidade nutricional das dietas que contém determinados cereais, especialmente para aves, resultando em melhora da qualidade do meio ambiente pela redução da excreção de elementos como fósforo e nitrogênio. Uma vez que as enzimas tendem a melhorar o desempenho dos animais alimentados com cereais de baixa energia metabolizável aparente (EMA), um benefício adicional seria a obtenção de maior uniformidade, reduzindo a variação entre lotes (Marquardt & Bedford, 2001).

1) Carboidrases

Entre as enzimas comercialmente disponíveis, todas seguramente podem proporcionar reduções nos custos das rações, entretanto as carboidrases são as que possibilitam reduções mais significativas. As dietas hoje utilizadas são formuladas, em sua maioria, à base de milho e soja, e como já sabido esses ingredientes, principalmente a soja tem frações energéticas, que somente poderão ser aproveitadas pelas aves através do uso de enzimas exógenas. Sendo assim, quanto mais energia o alimento tiver, ao se utilizarem enzimas, mais ele será aproveitado, podendo com isso, reduzir seus níveis de inclusão nas dietas (Campestrini et al., 2005).

As enzimas carboidrases, entre elas a xilanase e a glucanase, são produzidas por fungos do gênero *Aspergillus*, têm sido usadas para hidrolisar os polissacarídeos não amiláceos, aumentando a digestibilidade de alimentos como a cevada, o trigo, o centeio, a aveia e o triticale (Conte et al., 2003). Os mesmos autores, em 2002, avaliaram o uso de carboidrases sobre a energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida pelo nitrogênio (EMAn) do farelo de arroz integral e verificaram aumento nos valores energéticos quando se utilizaram carboidrases na ração.

2) Fitase

O fitato está presente em todos os ingredientes de origem vegetal e funciona como uma reserva fosfórica durante o processo de germinação das sementes. É uma molécula polianiônica com potencial para quelatar nutrientes positivamente carregados, o que caracteriza sua propriedade antinutricional, comprometendo a utilização de proteínas, energia, cálcio e minerais-traço (Selle & Ravindran, 2007).

A redução da digestibilidade proteica pode ser explicada pela formação de complexos entre o ácido fítico e as proteínas da dieta, ou ainda se complexar com enzimas proteolíticas (tripsina e pepsina), inibindo sua atividade. Na digestão de lipídeos totais da digesta, o complexo cálcio-fitato pode reagir com ácidos graxos formando sabões insolúveis no lúmen intestinal. (Silva et al, 2008).

A fitase catalisa o fitato disponibilizando fósforo e outros elementos outrora indisponíveis como cálcio, magnésio, zinco, ferro e moléculas orgânicas, como aminoácidos (Roland et al., 2006). A fitase exógena inibe a

formação dos complexos binários entre proteína-fitato, possibilitando uma melhoria no aproveitamento dos aminoácidos (Selle & Ravindran, 2007). A adição de fitase microbiana nas dietas de aves pode facilitar a ação enzimática e a absorção de minerais e a digestibilidade de aminoácidos é aumentada conseqüentemente (Rutherford et al, 2002), e com isso reduz custo e impactos ambientais, já que as concentrações de nitrogênio e fósforo nas excretas são reduzidas.

A proibição do uso de farinhas proteicas de origem animal, que também são fontes de fósforo, tem acelerado a aceitação e utilização de fitase como aditivo em rações para animais em alguns países. A capacidade dessa enzima de liberar o fósforo fítico e reduzir a excreção para o meio ambiente está bem documentada (Silva et al, 2008). A fitase é uma forma eficiente e econômica de reduzir os níveis de fósforo dietético e, uma vez que as reservas naturais de fósforo não são renováveis, o seu uso seria benéfico, inclusive, para a preservação de tais contingentes (Selle & Ravindran, 2007). A lixiviação do fósforo a partir de excretas de aves e outros animais domésticos para a água de superfície e lençóis freáticos é um grave problema de poluição ambiental que pode ser minimizado com o uso de uma enzima fitase exógena.

3) Amilases

Dentre os fatores antinutricionais estão os inibidores de amilases que causam problemas na digestão do amido e estão presentes na maioria das leguminosas. Nos pintinhos, por apresentarem o trato digestório imaturo ao nascer, a quantidade de amilase produzida pelo pâncreas é baixa nos primeiros sete dias de vida, dificultando o desenvolvimento satisfatório desses animais (Silva et al, 2008).

Brito et al. (2006), avaliando a interação entre a suplementação de enzimas exógenas, dentre elas a amilase, e a soja extrusada na dieta de pintos de corte, verificaram que essa adição melhorou o ganho de peso em 3,8% e a conversão alimentar em 4,2% de pintos de corte de 1 a 21 dias de idade. Esses dados demonstram a real eficiência conferida às aves alimentadas com enzimas exógenas em suas dietas, de modo a repercutir diretamente na redução nos custos de produção, pelo fato de ser tornar possível a redução dos níveis energéticos e proteicos das rações com a inclusão dessas enzimas.

4) Proteases

A proteína é o ingrediente de maior custo em dietas de aves. Nos últimos anos, o aumento do custo do farelo de soja, utilizado como fonte proteica, tem levado a uma busca por maneiras de aperfeiçoar seu valor nutricional. Com isso a inclusão de proteases exógenas na dieta pode melhorar o valor nutricional através da hidrólise de certos tipos de proteínas que resistem ao processo digestivo através da complementação das enzimas digestivas das próprias aves.

As proteínas dietéticas não são utilizadas completamente pelas aves. Há potencial para melhorar a utilização dos aminoácidos das dietas pelo suplemento das enzimas, reduzindo os custos de suplementação nas dietas (Wang et al., 2006), já que as enzimas aumentam o aproveitamento dos

alimentos, possibilitando assim uma redução nos níveis de inclusão de certos nutrientes, como aminoácidos e minerais. De acordo com os mesmos autores as proteases são recomendadas para a adição às dietas de frangos de corte, pois melhora o desempenho e rendimento de carcaça, sendo seus efeitos mais pronunciados quando as dietas são formuladas com baixos níveis de aminoácidos essenciais ou de proteína total, de forma a minimizar as excreções de nitrogênio.

Considerações finais

Com tudo que foi apresentado fica evidente a necessidade de tornar as atividades agropecuárias cada vez mais sustentáveis, haja vista que essa é uma tendência mundial, frente à conscientização a respeito do meio ambiente e do uso racional dos recursos naturais. A avicultura tem uma posição de destaque na economia do Brasil por isso é necessário que haja estudos e investimentos para torná-la sustentável.

A nutrição tem um papel fundamental na busca por medidas ecologicamente corretas na produção avícola. Basicamente, deve-se lançar mão de artifícios de acarretem em um melhor aproveitamento dos alimentos fornecidos às aves para que haja uma menor liberação de poluentes através das excretas, como o fósforo e o nitrogênio, principalmente. Também se torna interessante investir em pesquisas sobre a utilização de alimentos alternativos para a nutrição de aves e suínos, e em formas de torná-los eficazes, a fim de preservar recursos fundamentais e finitos, como o solo e a água.

Referências bibliográficas

ARAUJO, J. A., DA SILVA, J. H. V., DE LIMA AMÂNCIO, A. L., DE LIMA, M. R., & LIMA, C. B. (2007). Uso de aditivos na alimentação de aves. *Acta Veterinária Brasília*, 1(3), 69-77.

BARROS, L.S.S.; AMARAL, L.A.; ROSSI JUNIOR, O.D. Aspectos microbiológicos e demanda de cloro de amostras de água de dessedentação de frangos de corte coletadas em bebedouros pendulares. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v.3, n.2, p.193-198, 2001.

BRITO C.O., ALBINO L.F.T., ROSTAGNO H.S. et al. Adição de complexo multienzimático em dietas à base de soja extrusada e desempenho de corte. *R. Bras. Zootec.* 35(2):457-461. 2006.

CHEHEBE, J. R. B. *Análise do ciclo de vida de produtos: ferramenta gerencial da ISO 14000*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1997.

CAMPESTRINI E.; SILVA V.T.M. & APPELT M.D. Utilização de enzimas na alimentação animal. *Rev. Eletrônica Nutritime* 2(6):254-267. 2005.

CONTE, A. J.; TEIXEIRA A. S.; BERTECHINI A. G.; FIALHO E. T.; MUNIZ J. A. Efeito da fitase e xilanase sobre a energia metabolizável do farelo de arroz integral em frangos de corte. *Ciência e Agrotecnologia, Lavras*, v.26, n.6, p.1289-1296, 2002.

CONTE, A.J., A.S. TEIXEIRA, E.T. FIALHO, N.A. SCHOULTEN & A.G. BERTECHINI. Efeito da fitase e xilanase sobre o desempenho e as características ósseas de frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de arroz. R. Bras. Zootec. 32(5):1147-1156. 2003.

GAMA, N.M.S.Q.; GUASTALLI, E.A.L.; YAJIMA, H.H. et al. Estudo da qualidade microbiológica da água utilizada nas granjas avícolas do município de Bastos. Arquivos do Instituto Biológico, São Paulo, v.69, suplemento, p.113-115, 2002.

HANNAS, M.I. & PUPA J.M.R. Enzimas: uma alternativa viável para enfrentar a crise na suinocultura. Disponível em: http://www.engormix.com/enzimas_uma_alternativa_viavel_p_artigos_26_POR.htm. Acesso em 09 de abril de 2016. Artigos técnicos Engormix, 2007.

FERRAZ, S. P. Análise de Inventário de Ciclo de Vida da Produção de Ovos e Consequências para a Gestão Ambiental. Dissertação de Mestrado em Ciências Ambientais, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. 72p. 2015

MARQUARDT R.R. & BEDFORD M.R. Future horizons, p.389- 398. In: Bedford M.R. & Partridge G.G. (ed.). Enzymes in farm animal nutrition. Oxford, CAB Publishing. 2001

MAZZUCO, H. Ações sustentáveis na produção de ovos. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 37, n. SPE, p. 230-238, 2008.

MURAKAMI A.E., FERNANDES J.I.M., SAKAMOTO I.M., SOUZA L.M.G. & FURLAN A.C. Efeito da suplementação enzimática no desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais. Acta Sci. Anim. Sci. 29:165-172. 2007.

PALHARES, J.C.P. Sistemas de Produção de Frangos de Corte. Embrapa Suínos e Aves, 2003.

PALHARES, J. C.P. Pegada Hídrica e a produção de aves de corte. Disponível em: <http://pt.engormix.com/MAavicultura/administracao/artigos/pegada-hidrica-producao>. Acesso em 08 de abril de 2016. Artigos técnicos Engormix, 2012.

PELLETIER, N.; IBARBURU, M.; XIN, H. A Carbon Footprint Analysis of Egg Production and Processing supply Chains in the Midwestern United States. Journal of Cleaner Production, n. 54, p. 108-114; 2013.

ROLAND D.A. et al. Comparison of Nathuphos and Phyzyme as Phytase Sources for Commercial Layers Fed Corn-Soy Diet. Poultry Science Assoc. 2006.

RUTHERFURD S.M., CHUNG T.K. & MOUGHAN P.J. The effect of microbial phytase on ileal phosphorus and amino acid digestibility in the broiler chicken. Brit. Poultry Sci. 44:598-606. 2002.

SATO R.N., LODDI M.M. & NAKAGHI L.S.O. Uso de antibiótico e/ou probiótico como promotores de crescimento em rações iniciais de frangos. Revista Brasileira de Ciência Avícola 4(supl.): 37. 2002.

SCHWARZ K.K. Substituição de antimicrobianos por probióticos e prebióticos na alimentação de frangos de corte. Dissertação de Mestrado em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Paraná. 46p. 2002.

SELLE P.H. & RAVIDRAN V. Microbial phytase in poultry nutrition: Review. *An. Feed Sci. Technol.* 2007.

SILVA, J. H. V., DE ARAUJO, J. A., LIMA, C. B., & DE OLIVEIRA, E. R. A. Enzimas exógenas na alimentação de aves. *Acta Veterinaria Brasilica*, 1(4), 99-110. 2008.

SILVA, V.P.; VAN DER WERF, H.M.G.; SOARES, S. R.; CORSON, M.S. Environmental impacts of French and Brazilian broiler chicken production scenarios: An LCA approach. *Journal of Environmental Management*, nº 133, p. 222-231, 2014.

TABLER, G. T. Water intake: a good measure of broiler performance. *Avian Advise*, v.5, n.3, p.7-9, 2003.

TRALDI A.B., OLIVEIRA M.C., DUARTE K.F. & MORAES V.M.B. Avaliação de probióticos na dieta de frangos de corte criados em cama nova ou reutilizada. *R. Bras. Zootec.*, v.36, n.3, p.660-665. 2007.

VAN KAMPEN. Water balance of colostomised and non-colostomised hens at different ambient temperatures. *British Poultry Science*. v. 22. p. 17-23, 1981.

VIGON, B.W. et al, *Life Cycle Assessment: Inventory Guidelines and Principles*, EPA, Cincinnati, 1993.

VIOLA, E.S.; VIOLA, T.H.; LIMA, G. J.M.M; AVILA, V.S. Água na avicultura: importância, qualidade e exigências. Em: *Manejo Ambiental na Avicultura*. Disponível em: cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/publicacao_s3v74t2l.pdf. Acesso em 09 de abril de 2016. EMBRAPA. Série documentos 149, p.37-123, 2011.

YU B., LIU J.R., HSIAO F.S. & CHIOU P.W.S. Evaluation of *Lactobacillus reuteri* Pg4 strain expressing heterologous β -glucanase as a probiotic in poultry diets based on barley. *Anim. Feed Sci. Technol.* no prelo. 2007.

WANG J.J., GARLICH J.D. & SHIH J.C.H. Beneficial effects of versazyme, a keratinase feed additive, on body weight, feed conversion, and breast yield of broilers chickens. *J. Appl. Poult. Res.* 15:544-550. 2006.

WWF - Fundo Mundial para a Vida Selvagem.

http://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/questoes_ambientais/desenvolvimento_sustentavel/. Acesso em 03/04/16.