

## Formas físicas de utilização de rações para aves

Aurora da Silva Melo<sup>1</sup>, João Paulo Araújo Fernandes de Queiroz<sup>2</sup>, Vanessa Raquel de Moraes Oliveira<sup>1</sup>, Francisca Kelia Duarte Dias<sup>3</sup>, Raimunda Thyciana Vasconcelos Fernandes<sup>1\*</sup>, Jéssica Berly Moreira Marinho<sup>4</sup>, Rosângela Fernandes de Souza<sup>4</sup>, Claudionor Antonio dos Santos Filho<sup>5</sup>, Ayala Oliveira do Vale Souza<sup>5</sup>, Alex Martins Varela de Arruda<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Zootecnistas, Doutorandas em Ciência Animal da Universidade Federal Rural do Semi-Árido

<sup>2</sup>Médico Veterinário, Doutorando em Ciência Animal da Universidade Federal Rural do Semi-Árido

<sup>3</sup>Bióloga, Docente do Instituto Federal do Rio Grande do Norte

<sup>4</sup>Zootecnistas, Mestrandas em Ciência Animal da Universidade Federal Rural do Semi-Árido

<sup>5</sup>Graduandos em Zootecnia, Iniciação Científica, Universidade Federal Rural do Semi-Árido

<sup>6</sup>Zootecnista, Docente do Departamento de Ciências Animais, Universidade Federal Rural do Semi-Árido

\*Autor para correspondência, E-mail: [fernandesrtv@hotmail.com](mailto:fernandesrtv@hotmail.com)

**RESUMO.** A alimentação é um dos fatores mais importantes na produção animal, seja pelo custo ou pela resposta animal frente à qualidade da ração. Na nutrição de aves diversas estratégias podem ser utilizadas para promover a melhoria das rações, seja pela mudança na formulação de ração ou até mesmo no processamento das rações. Os processamentos comumente utilizados nas rações destinadas à indústria avícola são a peletização, extrusão ou expansão a fim de promover as diferentes formas físicas, a saber: rações peletizadas, extrusadas, expandidas, expandida extrusadas ou simplesmente desestruturada. As vantagens e desvantagens do processamento podem ser elencadas nos diversos níveis de produção, desde a fábrica de ração propriamente dita até o rendimento dos animais. A principal diferença entre as rações processadas e não processada é a melhoria na digestibilidade dos nutrientes causada pelo processo de gelatinização do amido que ocorrem quando as rações são submetidas a elevada temperatura, pressão em um determinado tempo afetando diretamente a qualidade da ração. Desta forma, considerando-se que processamento de ração também onera custo para produtor, porém rações processadas reduzem o ato das aves em selecionar partículas maiores, resultando em menor desperdício de ração e melhor aproveitamento do tempo dos animais para a alimentação comparadas com rações fareladas, apresentamos uma revisão sobre as formas físicas de rações para aves, bem como suas vantagens e desvantagens.

**Palavras chave:** extrusão, granulometria, peletização

## Physical forms of poultry feed

**ABSTRAT.** The feed is one of the most important factors in animal production, either at cost or for animal response due to the quality of the feed. In poultry nutrition several strategies can be used to promote the improvement, or by changing formulation or even in the processing of feeds. The processes commonly used in the feed for poultry industry are pelleting, extrusion or expansion in order to promote the different physical forms, namely, pelleted, extruded feeds, expanded, or simply expanded extruded unstructured. The advantages and disadvantages of processing can be listed in different levels of production, from the feed mill itself to the performance of the animals. The main difference between the processed and unprocessed feed is the improvement in digestibility caused by the gelatinization process that occur when the feed is subjected to elevated temperature, pressure at a particular time directly affecting the quality of feed. Thus, considering that feed processing burdening cost to the producer, however feed processed reduce the act of poultry in selecting larger particles, resulting in less wastage of feed and improved animal time use for food compared to mash feeds, we present a

review of the physical forms of rations as well as their advantages and disadvantages.

**Keywords:** extrusion, grain size, pelletizing

## Introdução

A alimentação é um dos fatores mais importantes na produção animal, seja pelo custo ou pela resposta animal frente à qualidade da ração. Na nutrição de aves diversas estratégias podem ser utilizadas para promover a melhoria das rações, seja pela mudança na formulação de ração ou até mesmo no processamento das rações.

O ato de processar ração ou ingrediente para obter formas físicas diferentes resume-se a submeter o produto a altas temperaturas e pressão, com presença ou ausência de água, por um curto período de tempo. Os processamentos comumente utilizados na nutrição de aves são a peletização, extrusão ou expansão a fim de promover as diferentes formas físicas, a saber: rações peletizadas, extrusadas, expandidas, expandida extrusadas ou simplesmente desestruturada. As vantagens e desvantagens do processamento podem ser elencadas nos diversos níveis de produção, desde a fábrica de ração propriamente dita até o rendimento dos animais.

Na fábrica de ração as principais vantagens do processamento de ração é a compactação do material, redução da umidade que permite o maior tempo de armazenamento das rações e facilidade para transporte, enquanto que o aumento no custo da mão de obra e eletricidade são as principais desvantagens descritas. O processamento de ração também onera o custo da ração para o produtor, porém rações processadas reduzem o ato das aves em selecionar partículas maiores, resultando em menor desperdício de ração e melhor aproveitamento do tempo dos animais para alimentação quando comparada com rações fareladas (Flemming et al., 2002). As maiores vantagens do processamento de ração são observadas na fisiologia animal, pois há aumento do potencial nutricional dos alimentos com melhorias na digestibilidade dos alimentos e consequentemente melhor desempenho as aves. A principal diferença entre as rações processadas e não processada é a melhoria na digestibilidade dos nutrientes causada pelo processo de gelatinização do amido que ocorrem quando as rações são submetidas à elevada temperatura, pressão em um determinado tempo afetando diretamente a qualidade da ração.

## Revisão de Literatura

### *Gelatinização do amido*

O amido é um polissacarídeo de reserva das plantas composto de moléculas de glicose ligadas entre si por ligações do tipo  $\alpha$  1-4 e  $\alpha$  1-6 formada prioritariamente de amilose e amilopectina, nos grãos de cereias esse carboidrato é armazenado na forma hidratada e quando ocorre tratamento térmico, se transforma em amorfa (Bertechini, 2012). O milho, principal ingrediente energético em rações de aves, possui em sua composição cerca de 62 % de amido (Rostagno et al., 2011), sendo que a quantidade e a digestibilidade do amido contido no milho dependerá da variedade e região em que o milho é cultivado (Lobo & Silva, 2003).

Além dos fatores quantidade e digestibilidade do amido, a relação entre a amilose e amilopectina irá afetar o grau de gelatinização, principalmente devido à diferença na estrutura de cada uma responsável pela solubilidade e digestibilidade do carboidrato. A amilose possui estrutura linear com ligações do tipo  $\alpha$  1-4 enquanto que a amilopectina possui além de ligações lineares  $\alpha$  1-4, ligações ramificada do tipo  $\alpha$ -1-6 entre os monômeros de D-glicose. A digestão do amido é realizada por enzimas digestivas em nível de intestino delgado, a amilase pancreática tem especificidade para ligações  $\alpha$  1-4 e sua ação resulta em maltose e maltotriose, no caso da amilopectina a ação da amilase pancreática leva a produção de dextrina limite (Macari et al., 2002), em termos de velocidade de digestão a conformação da amilopectina faz com que seja mais fácil atuação das enzimas pela maior área de superfície e portanto quando o amido possui mais porção amilopectina na sua composição mais solúvel este se apresenta.

A mudança de solubilidade do amido ocorre pelo aumento da temperatura havendo transformação da estrutura naturalmente cristalina para a estrutura em gel facilitando o ataque das enzimas ao tornar os grânulos excessivamente inchados a ponto de se romperem quando submetidos a temperaturas superiores a 70°C. Dessa forma, o teor de umidade do material a ser processado afetará o rompimento dos grânulos de amido e consequentemente o

grau de solubilização, quanto menor a umidade do material a ser processado maior a temperatura a ser utilizada e maior a necessidade de inclusão de água no processamento (Souza & Andrade, 2000). O aumento da temperatura e umidade durante o processamento também resulta em desnaturação proteica favorecendo a digestão e absorção dos aminoácidos devido ao desenrolamento das proteínas contidas nos alimentos resultando em perda da forma globular tridimensional, a partir do rompimento das ligações iônicas, dissulfídicas, de hidrogênio e as forças de Van der Waals, responsáveis pela manutenção da estrutura (Flemming et al., 2002).

Além dos fatores diretamente relacionados aos nutrientes a gelatinização do amido contido nos alimentos provoca um efeito fisiológico nas aves aumentando o tempo para o esvaziamento gástrico, reduzindo o trânsito de passagem do bolo alimentar resultando na melhor digestão e absorção dos demais nutrientes (Johansen et al., 1996).

#### ***Processamento e formas físicas de rações***

A utilização de rações processadas para frangos de corte são utilizadas nas fases de crescimento e terminação, aumentando o consumo e conseqüentemente o ganho de peso das aves. Estudos evidenciam a influência do tamanho da partícula e forma física do alimento na ingestão, fisiologia do TGI e o desempenho produtivo das aves (López et al., 2007). Segundo Ribeiro et al. (2002), o tamanho, a forma e as estruturas das partículas de uma dieta podem influenciar a digestibilidade dos nutrientes, a dispersibilidade dos nutrientes na massa da dieta, a densidade da mesma, a qualidade dos *pélets*, a fluidez dos ingredientes no sistema de mistura, o transporte, o fornecimento da dieta nos comedouros e a energia consumida na moagem. Freitas et al. (2008) afirmam que o processamento resulta em aumento da digestibilidade de alguns nutrientes, como do nitrogênio, influenciando em valores de metabolização da energia e retenção da energia ingerida, o que favorece o desempenho de frangos de corte pela mudança nas características químicas da ração.

A escolha do processamento é baseada na forma física de ração desejada de acordo com a fisiologia, idade e interesse produtivo das aves. Os processamentos de rações comumente utilizados na alimentação de aves são a

peletização e extrusão devido aos benefícios no manejo e desempenho animal e em menor expressividade a expansão, resultando em formas físicas diferentes que poderão ser mantidas ou desestruturadas para adequação a idade dos animais. Basicamente a diferença entre os processamentos são o tamanho da partícula, aglomeração, misturas, tratamento por calor, pressão e mudanças nas estruturas do amido, proteínas e gorduras (McKinney & Teeter, 2003).

As vantagens listadas por envolvem melhoria na digestibilidade e palatabilidade, redução no tamanho de partículas e na seleção dos ingredientes e efeitos da mistura, além de aumentar a densidade e durabilidade da ração, reduzindo as perdas de ração. Segundo Cavalcante Neto et al. (2007) o processo oferece algumas desvantagens, como fluxo de produção mais complicado, necessitando maior atenção dos operadores e do controle de qualidade e destruição ou prejuízo parcial de alguns nutrientes componentes da dieta, em especial das vitaminas, provocando necessidade de super dosagem.

A peletização é o processamento de menor custo de equipamento comparada com extrusoras e expanders, dessa forma também é a técnica que apresenta maiores informações sobre a utilização. A recomendação desse tipo de ração para pintos no período pré-inicial existe principalmente pela tendência desses animais em se alimentar em menor quantidade com mais frequência, proporcionando maior rapidez na ingestão da dieta e melhoria no desempenho dos animais (Serrano et al., 2013).

Além de melhorar solubilidade do amido, a peletização pode solubilizar parte da fração das fibras de dieta, aumentando a viscosidade da digesta no intestino delgado capaz de aumentar o peso do fígado das aves na fase inicial de desenvolvimento, e reduzir o tempo que o alimento passa na moela, com redução do peso da moela e intestino quando comparadas com dietas fareladas ou peletizadas desintegradas, comprovando assim a melhor eficiência do trato quando os animais são alimentados com tal forma física (Serrano et al., 2013). A oferta de rações peletizadas a frangos de corte somente dos 21 a 42 dias de idades promoveu ganho compensatórios de peso comparados com frangos alimentados com rações fareladas durante ambas as fases, além de reduzir o desperdício das rações melhorando o consumo de ração e a eficiência

alimentar (Serrano et al., 2012).

As principais vantagens da peletização em diferentes fases de desenvolvimento são aumento do consumo de alimentos, por facilitar a apreensão dos alimentos, além de promover efeito extra calórico ocasionado pela maior disponibilização de energia advinda da gelatinização do amido (Meinerz et al., 2001). Outras interferências da peletização na alimentação são a redução da segregação ou a separação dos diferentes ingredientes, garantindo um consumo balanceado da ração distribuído durante todo o tempo e menor desperdício ocasionado pela impossibilidade dos animais em separar os ingredientes e somente consumir os de maior palatabilidade.

O processamento da ração peletizada ou mesmo desestruturada aumenta a digestibilidade de alguns nutrientes causado pela ação mecânica e pela temperatura (López et al., 2007) como do nitrogênio influenciando em valores de metabolização da energia e retenção da energia ingerida, o que favorece o desempenho de pintos de corte na primeira semana de vida (Freitas et al., 2008).

Rações peletizadas apresentam maior gelatinização do amido assim como menor resistência quando comparadas com rações fareladas, porém a capacidade de gelatinização do amido de se relacionar e aglomerar a partículas alimentares depende muito da presença de água (Abdollahi et al., 2011). Dessa forma até mesmo em um mesmo tipo de processamento pode haver diferenças entre qualidade de rações devido a característica da peletização ser realizada a úmido ou a seco.

Devido à maior eficiência na retenção de energia de rações peletizadas comparadas com rações fareladas essa pode ser uma opção para ambientes de clima tropicais quentes, onde os animais são submetidos a estresse por calor, resultando em menor quantidade de energia gasta com produção de calor de manutenção, e favorecendo assim o ganho de peso, consumo de ração e melhorando a conversão alimentar (Amerah et al., 2008).

A extrusão é um processo considerado caro devido ao custo do equipamento, mão de obra e produção de ração, a principal diferença em relação à peletização é a temperatura alcançada. É um processo de cozimento sob pressão, umidade e alta temperatura, havendo hidratação

do material, mistura, tratamento térmico, gelatinização do amido, desnaturação das proteínas, destruição dos microorganismos e de alguns componentes tóxicos (Cheftel, 1986). Durante o processo de extrusão, a forma física do amido nos materiais crus muda sensivelmente, desaparecendo sua estrutura granular e cristalina e, tornando-se total ou parcialmente gelatinizado, essa gelatinização o torna mais digestível, promovendo assim melhor aproveitamento da energia do amido. Os processamentos hidrotérmicos podem também favorecer a utilização de alimentos ricos em fibras na alimentação de aves, Ahmed et al. (2014) ao comparar farelo de canola extrusado, ou não, observaram aumento dos níveis nutricionais de energia bruta e diminuição da fibra bruta do alimento, resultando em maior digestibilidade da matéria seca, energia bruta e proteína bruta do farelo de canola ofertado para frangos de corte aos 47 dias de idade, justificando essa resposta pela capacidade da extrusão ser eficaz em solubilizar moléculas como polissacarídeos não amiláceos, reduzindo o fator anti-nutricional da fibra na digestão de monogástricos.

A tecnologia expandir é a combinação de umidade, temperatura e pressão em um curto espaço de tempo sem alterar a forma física. A tecnologia é utilizada para a fabricação de rações estruturadas sem precisar reduzir o tamanho da partícula que afetaria o desempenho de frangos de corte. No entanto, existem divergências quanto à melhoria da absorção dos nutrientes quando as rações são somente expandidas, de acordo com Röhe et al. (2014), existe a possibilidade de rações termicamente processadas resultar em utilização mais pobre de nutrientes, pois ao comparar rações fareladas e expandidas observaram aumento da superfície de contato das vilosidades do intestino e maior transporte de glicose ativo no jejuno de galinhas alimentadas com dietas fareladas. Ruhnke et al. (2015) também não observaram diferenças no desempenho e na digestibilidade ileal dos nutrientes em galinhas alimentadas com rações expandidas ou fareladas. No entanto, para promover a melhoria do desempenho de aves o expandir pode muitas vezes ser acoplado a uma peletizadora e assim promover a melhoria no desempenho de frangos de corte quando comprados com rações somente expandidas, ou peletizadas ou fareladas (Oliveira et al., 2011). De acordo com López et al. (2007) o ato de processar duas vezes, expandir e peletizar a ração

umenta a intensidade do processamento térmico resultando em melhorias nos coeficientes de metabolização de proteína e extrato etéreo, aumentando a energia metabolizável aparente das rações para frangos de corte e assim melhorando o desempenho dos animais.

Alguns autores afirmam que existem a forma física de ração adequada para cada fase de desenvolvimento, Freitas et al. (2008) não observaram influência no desenvolvimento do proventrículo e dos intestinos de frangos de cortes nas fases pré iniciais, porém afirmam que rações peletizada intactas ou desestruturada nessa fase possibilita maior consumo, metabolização da energia e retenção da energia ingerida, o que favorece o desempenho dos pintos de corte na primeira semana de vida, indicando que na fase inicial pintinhos alimentados com ração farelada são menos eficientes em reter a energia ingerida, uma vez que gastam proporcionalmente maior quantidade da energia para manutenção do metabolismo basal.

Ao comparar rações desestruturadas pós peletização ou expansões com diferentes temperaturas e rações condicionadas às altas temperaturas Borojoni et al. (2014) não observaram alteração no desempenho de frangos de corte, no entanto observaram que entre as três rações, o processamento de rações ainda é a alternativa menos crítica para a digestibilidade ileal de alguns nutrientes.

Lundblad et al. (2011) afirmam que a principal diferenças resultantes dos processamentos é o grau de gelatinização, sendo maior no processo de extrusão, seguido pela expansão e por último a peletização. Como discutido anteriormente essa diferença é suficiente para alterar a digestibilidade do amido e assim a disponibilidade de energia, podendo trazer alguns benefícios para os animais.

### Considerações Finais

As vantagens de se processar a ração vai desde à fabrica, com a compactação do material, redução da umidade, consequentemente maior tempo de armazenamento e facilidade para transporte, à fisiologia do animal, com melhorias na digestibilidade dos alimentos e consequentemente melhor desempenho das aves. Dessa forma, a escolha de processar ou não a ração e qual processamento utilizar ainda relaciona-se principalmente ao custo de implementação da técnica, uma vez que as

vantagens de procesar são inúmeras e superam as desvantagens.

### Referências Bibliográficas

- Abdollahi, M., Ravindran, V., Wester, T., Ravindran, G. & Thomas, D. (2011). Influence of feed form and conditioning temperature on performance, apparent metabolisable energy and ileal digestibility of starch and nitrogen in broiler starters fed wheat-based diet. *Animal Feed Science and Technology*, 168, 88-99.
- Ahmed, A., Zulkifli, I., Farjam, A. S., Abdullah, N. & Liang, J. B. (2014). Extrusion enhances metabolizable energy and ileal amino acids digestibility of canola meal for broiler chickens. *Italian Journal of Animal Science*, 13, 44-47.
- Amerah, A., Ravindran, V., Lentle, R. & Thomas, D. (2008). Influence of feed particle size on the performance, energy utilization, digestive tract development, and digesta parameters of broiler starters fed wheat-and corn-based diets. *Poultry science*, 87, 2320-2328.
- Bertechini, A. G. (2012). *Nutrição de monogástricos*, 2 edn. Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- Borojoni, F. G., Mader, A., Knorr, F., Ruhnke, I., Röhe, I., Hafeez, A., Männer, K. & Zentek, J. (2014). The effects of different thermal treatments and organic acid levels on nutrient digestibility in broilers. *Poultry Science*, 93, 1159-1171.
- Cavalcante Neto, A., Lui, J. F., Pahor Filho, E., Malavolta, F. C., Coloni, R. D. & Silva, L. P. G. (2007). Farelada x peletizada: utilização sobre o desempenho e parâmetros de carcaça de coelhos em crescimento. *Biociência*, 15, 221-229.
- Cheftel, J. C. (1986). Nutritional effects of extrusion-cooking. *Food Chemistry*, 20, 263-283.
- Flemming, J., Neto, R., Arruda, J., Franco, S., Flemming, R., Souza, G. & Fleming, D. (2002). Ração farelada com diferentes granulometrias em frangos de corte. *Archives of Veterinary Science*, 7, 1-9.
- Freitas, E. R., Sakomura, N. K., Dahlke, F., Santos, F. R. & Barbosa, N. A. A. (2008). Desempenho, eficiência de utilização dos nutrientes e estrutura do trato digestório de pintos de corte alimentados na fase pré-inicial

- com rações de diferentes formas físicas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37, 73-78.
- Johansen, H., Knudsen, K., Sandstrom, B. & Skjoth, F. (1996). Effects of varying content of soluble dietary fibre from wheat flour and oat milling fractions on gastric emptying in pigs. *British Journal of Nutrition*, 75, 339-352.
- Lobo, A. & Silva, G. (2003). Amido resistente e suas propriedades físico-químicas. *Revista de Nutrição, Campinas*, 16, 219-226.
- López, C., Baião, N., Lara, L., Rodriguez, N. & Caçado, S. (2007). Efeitos da forma física da ração sobre a digestibilidade dos nutrientes e desempenho de frangos de corte. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 59, 1006-1013.
- Lundblad, K., Issa, S., Hancock, J., Behnke, K., McKinney, L., Alavi, S., Prestløkken, E., Fledderus, J. & Sørensen, M. (2011). Effects of steam conditioning at low and high temperature, expander conditioning and extruder processing prior to pelleting on growth performance and nutrient digestibility in nursery pigs and broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*, 169, 208-217.
- Macari, M., Furlan, R. L. & Gonzales, E. (2002). *Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte*. Funep, Jaboticabal.
- McKinney, L. & Teeter, R. (2003). Caloric value of pelleting and the consequential creation of nutritional dead zones. *Poultry Science*, 82, 109.
- Meinerz, C., Ribeiro, A. M. L., Penz Jr, A. M. & Kessler, A. M. (2001). Níveis de energia e peletização no desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte com oferta alimentar equalizada. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 30, 2026-2032.
- Oliveira, A. A., Gomes, A. V. C., Oliveira, G. R., Lima, M. F., Dias, G. E. A., Agostinho, T. S. P., Resende, F. D. S. & Lima, C. A. R. (2011). Desempenho e características da carcaça de frangos de corte alimentados com rações de diferentes formas físicas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40, 2450-2455.
- Ribeiro, A. M. L., Magro, N. & Penz Junior, A. M. (2002). Granulometria do milho em rações de crescimento de frangos de corte e seu efeito no desempenho e metabolismo. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, 4, 47-53.
- Röhe, I., Ruhnke, I., Knorr, F., Mader, A., Boroojeni, F. G., Löwe, R. & Zentek, J. (2014). Effects of grinding method, particle size, and physical form of the diet on gastrointestinal morphology and jejunal glucose transport in laying hens. *Poultry Science*, 93, 2060-2068.
- Rostagno, H. S., Albino, L. F. T., Donzele, J. L., Gomes, P. C., Oliveira, R., Lopes, D. C., Ferreira, A. S., Barreto, S. & Euclides, R. F. (2011). *Composição de alimentos e exigências nutricionais*, 3 edn. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- Ruhnke, I., Röhe, I., Krämer, C., Boroojeni, F. G., Knorr, F., Mader, A., Schulze, E., Hafeez, A., Neumann, K. & Löwe, R. (2015). The effects of particle size, milling method, and thermal treatment of feed on performance, apparent ileal digestibility, and pH of the digesta in laying hens. *Poultry Science*, 94, 692-699.
- Serrano, M., Frikha, M., Corchero, J. & Mateos, G. (2013). Influence of feed form and source of soybean meal on growth performance, nutrient retention, and digestive organ size of broilers. 2. Battery study. *Poultry Science*, 92, 693-708.
- Serrano, M., Valencia, D., Méndez, J. & Mateos, G. (2012). Influence of feed form and source of soybean meal of the diet on growth performance of broilers from 1 to 42 days of age. 1. Floor pen study. *Poultry Science*, 91, 2838-2844.
- Souza, R. & Andrade, C. (2000). Investigação dos processos de gelatinização e extrusão de amido de milho. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, 10, 24-30.

Recebido em Setembro 25, 2015

Aceito em Novembro 30, 2015

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.