

Fotos: Everton Krabbe/Embrapa



Variabilidade da Granulometria e Composição Química de Calcários Brasileiros

Everton Luis Krabbe¹
Aiane Aparecida da Silva Catalan²
Valdir Silveira de Avila³
Letícia dos Santos Lopes⁴

Introdução

Os calcários são minerais inorgânicos usados como principal fonte de cálcio na dieta de monogástricos (Regina e Bertechini, 2010).

Assim como o milho e outros ingredientes da dieta, a granulometria do calcário tem sido objeto de estudo, pois pode influenciar no desempenho zootécnico dos animais por interferir na disponibilidade do cálcio. A granulometria do carbonato de cálcio deve apresentar 95% de suas partículas com dimensão inferior a 150 μm e 80% inferior a 74 μm , com baixo teor de sílica e elevadas restrições aos elementos arsênio e flúor (Sampaio e Almeida, 2008). Contudo, no Brasil, é comercializada uma grande variedade de calcários, conforme ilustrado na Figura 1.

O presente trabalho teve como objetivo coletar amostras de calcários utilizados pelas principais empresas brasileiras de nutrição animal para determinar

a granulometria utilizando o aplicativo Granucalc da Embrapa. Foram determinadas, ainda, composição mineral e a solubilidade destas fontes.

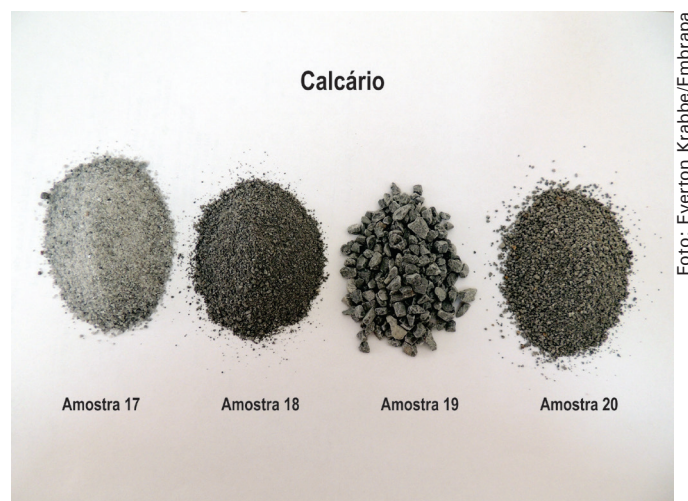


Foto: Everton Krabbe/Embrapa

Figura 1. Amostras de diferentes calcários utilizados no Brasil por uma mesma empresa

¹Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC

²Zootecnista, MSc. em Produção Animal, doutoranda em Produção e Nutrição Animal pela UFPel

³Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC

⁴Estatística, B. Sc. analista da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC

Granucalc - software de granulometria

O Granucalc é um software desenvolvido pela Embrapa Suínos e Aves que pode ser obtido gratuitamente acessando o link: <http://www.cnpsa.embrapa.br/softgran/softgran.php>. O programa tem a finalidade de analisar a granulometria do milho, entretanto pode ser utilizado para outros ingredientes.

O cálculo da granulometria pode ser realizado pelos métodos fixos com peneiras de abertura pré-definida, ou alternativo, onde podem ser selecionadas peneiras em conformidade com as utilizadas no laboratório para análise de granulometria. A partir disso é possível calcular e interpretar o resultado da análise, obtendo os valores de DGM (diâmetro geométrico médio) das partículas do ingrediente, e possibilitando correlacionar a granulometria do ingrediente à digestibilidade dos nutrientes, à resposta de desempenho animal e ao rendimento de moagem. O DPG corresponde ao desvio padrão geométrico, onde um menor DPG representa uma maior uniformidade da amostra (Zanotto et al., 2013).

Método de determinação da granulometria de calcário

Conforme Zanotto e Bellaver (1996), ao determinar a granulometria de uma amostra são necessários equipamentos e materiais específicos (Figura 2):

- Estufa para secagem da amostra a 120°C (A);
- Equipamento agitador de peneiras (B);
- Conjunto de peneiras ABNT (C);
- Balança com precisão de 0,1g; ar comprimido ou pincéis para limpeza das peneiras e bandeja com capacidade de 0,5kg (D).

As amostras de calcários foram colocadas em bandejas metálicas identificadas e encaminhadas para a estufa, na qual permaneceram por 12 horas. Posteriormente foram colocadas em dessecadores até atingir a temperatura ambiente, o que levou aproximadamente 30 minutos. Então, a amostra seca foi pesada e depositada nas peneiras, previamente pesadas, e acopladas ao agitador de peneiras, onde permaneceram por 10 minutos. Em seguida, as quantidades retidas nas peneiras foram registradas (Figura 3) e os valores foram analisados pelo método alternativo do software Granucalc.

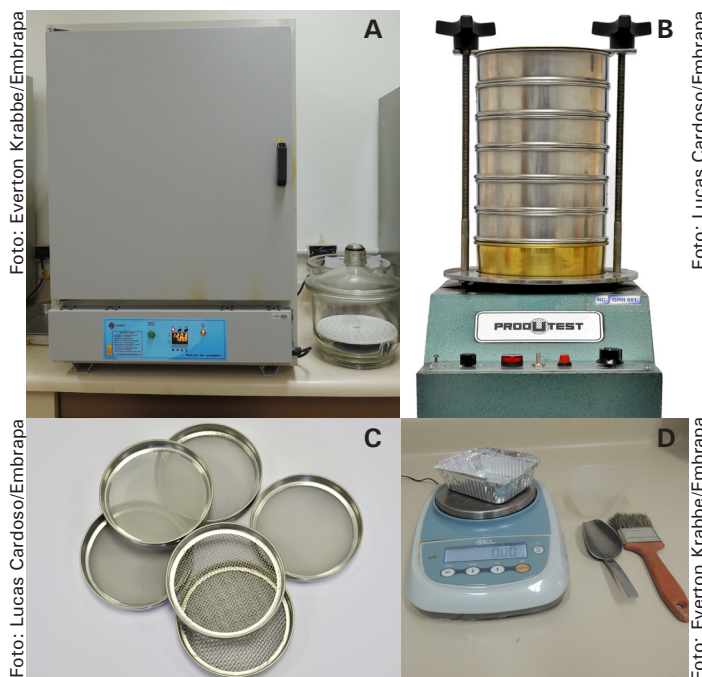


Figura 2. Material utilizado

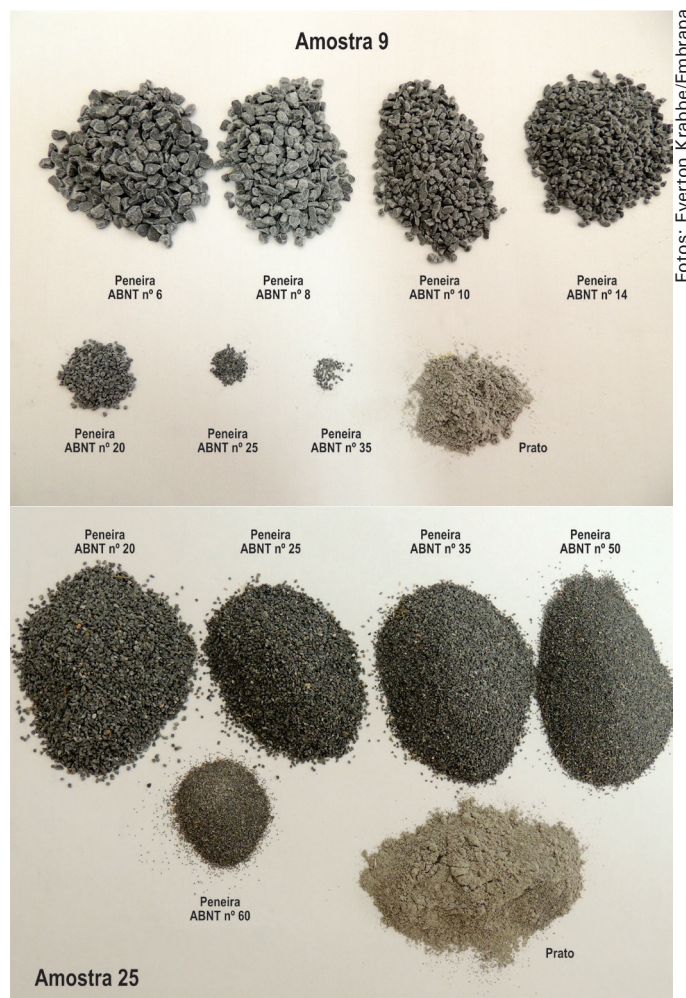


Figura 3. Porções de calcário retidas nas diferentes peneiras

Para as determinações de DGM de calcários, em vista da grande variabilidade entre amostras, foram utilizadas peneiras com uma amplitude de abertura de 3360 a 37 μm . Não há necessidade de utilizar um número tão grande de peneiras, entretanto, quanto maior o número, mais precisa será a análise.

Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 1, onde é possível observar a grande variabilidade para os dados de granulometria dos calcários utilizados no Brasil na dieta de monogástricos.

Tabela 1. Diâmetro geométrico médio (DGM) e desvio padrão geométrico (DPG) calculados pelo Método Alternativo do Granulcalc dos calcários comercializados no Brasil

Calcário	DGM (μm)	DPG
1	994	1,27
2	236	2,59
3	1014	1,71
4	330	2,69
5	605	1,95
6	2504	1,23
7	183	2,45
8	377	2,55
9	2642	1,30
10	351	2,56
11	563	1,79
12	611	1,80
13	384	2,64
14	411	2,70
15	304	2,66
16	2004	2,45
17	314	2,36
18	321	2,44
19	3129	1,15
20	472	2,21
21	213	2,57
22	197	2,41
23	200	2,52
24	302	2,65
25	98	1,15

Na prática, essa variabilidade no tamanho das partículas pode ocasionar diferenças no consumo de ração e ganho de peso, pois quando há uma maior granulometria, as aves têm a capacidade de diferenciar e selecionar partículas da dieta e com isto alterar a permanência da digesta na moela e o tempo de trânsito intestinal (Muniz et al., 2007).

Determinação da composição dos calcários

Além da granulometria dos calcários, também foi analisada a composição química destes, em parceria com o Laboratório CBO – Análises Laboratoriais. A metodologia para determinar umidade, cálcio, magnésio, fósforo, flúor, matéria mineral. E insolúveis em HCl foi de acordo com o Guia de Métodos Analíticos (Compêndio, 2013). A solubilidade do calcário foi determinada a partir do método descrito por Zhang e Coon (1997). Os metais pesados, arsênio, cádmio e chumbo foram determinados de acordo com Instituto Adolfo Lutz (2005) e o mercúrio foi determinado em analisador de mercúrio, marca LECO, seguindo as recomendações do fabricante.

Na Tabela 2, são apresentados os valores de teor de cálcio, fósforo total, magnésio e a solubilidade dos calcários encontrados nas amostras analisadas. Fernandes e Peixoto (2000), avaliando as características químicas de calcários dolomíticos, encontraram o teor médio de cálcio de 18,86% e de 10,49% para magnésio. Tais valores são aceitáveis e diferentes dos encontrados nos calcários analisados neste estudo, pois o dolomítico possui maior teor de magnésio. Já no caso dos calcíticos, devem apresentar concentração de Mg menor que 3% (Berstechini e Fassani, 2001).

Tabela 2. Teor de Cálcio, Fósforo total, Magnésio e Solubilidade dos calcários

Calcário	Cálcio (%)	Fósforo total (%)	Magnésio (%)	Solubilidade (%)
1	36,67	<0,05	0,74	28,19
2	35,14	<0,05	0,36	42,37
3	38,52	<0,05	0,37	32,96
4	37,23	<0,05	0,37	42,99
5	38,02	<0,05	0,15	35,30
6	37,81	<0,05	0,15	24,66
7	37,63	<0,05	0,21	50,57
8	38,38	<0,05	0,29	34,19
9	38,36	<0,05	0,31	26,00
10	39,07	<0,05	0,26	35,47
11	36,12	<0,05	0,64	25,15
12	35,52	<0,05	0,59	27,91
13	37,26	<0,05	0,12	31,48
14	37,18	<0,05	0,17	33,09
15	35,98	<0,05	0,25	37,13

Continua...

Tabela 2. Continuação...

Calcário	Cálcio (%)	Fósforo total (%)	Magnésio (%)	Solubilidade (%)
16	36,59	<0,05	0,43	28,86
17	35,68	<0,05	0,26	35,94
18	37,22	<0,05	0,15	34,04
19	37,49	<0,05	0,15	24,95
20	37,54	<0,05	0,14	31,73
21	36,01	<0,05	0,23	45,29
22	33,55	<0,05	1,52	44,06
23	34,39	<0,05	2,19	45,07
24	37,00	<0,05	0,18	51,45
25	36,41	<0,05	0,64	41,57

Análises realizadas pelo Laboratório CBO – Análises Laboratoriais.

A solubilidade das fontes de cálcio é um indicativo de qualidade, já que apresenta alta correlação com a biodisponibilidade e absorção intestinal do cálcio (Melo e Moura, 2009).

Para uma melhor visualização das respostas de solubilidade e sua correlação com o DGM, os dados podem ser observados nas Figuras 4 e 5.

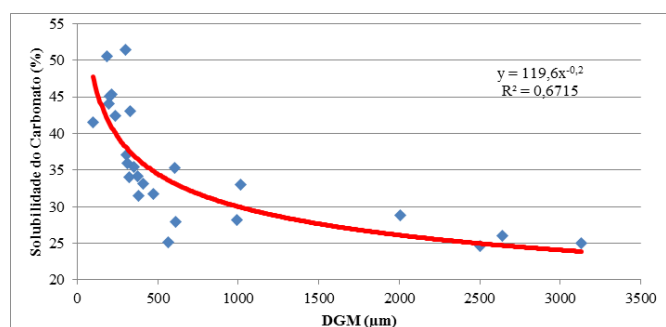


Figura 4. Solubilidade dos calcários avaliados e sua correlação com o diâmetro geométrico médio (DGM)

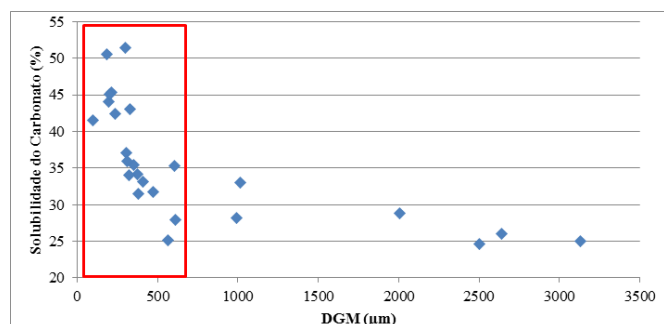


Figura 5. Variabilidade da solubilidade dos calcários, mesmo dentro de uma faixa de diâmetro geométrico médio (DGM) considerada padrão da indústria (< 700 µm)

Fassani et al. (2004), ao avaliarem diferentes calcários calcíticos, encontraram uma média de 37,75% de cálcio e 0,18% de magnésio e concluíram que a solubilidade in vitro varia conforme a origem geográfica do calcário, além de ser influenciada pela granulometria. Pizzolante et al. (2009), avaliando calcário fino e grosso, encontraram 0,185 e 2,83 mm para DGM, a solubilidade in vitro foi de 18,7 e 10,5% e o teor de cálcio de 35,7% e 36,45%, respectivamente. Nas amostras estudadas, o valor médio do magnésio foi de 0,43% e 36,83% para o cálcio (Tabela 4).

Simioni (2013) informa que é necessário utilizar diferentes estratégias nutricionais para aves de postura e frangos de corte, pois para a formação da casca do ovo é importante disponibilizar calcários com DGM acima de 1000 micras para que o grânulo permaneça na moela por mais tempo, solubilizando gradativamente a fonte mineral e disponibilizando cálcio, principalmente no período da noite em que o consumo de ração é menor. Já para frangos de corte, a demanda por cálcio é menor, porém constante durante o dia.

Quanto à concentração de metais pesados nas amostras analisadas, os resultados são apresentados na Tabela 3. Pode-se considerar que a grande maioria das amostras apresenta concentrações de metais pesados acima do que a literatura preconiza como especificações de qualidade. No caso do flúor, a média encontrada pelas amostras estudadas foi de 456,36mg/kg, sendo que Compêndio (2013) e Butolo (2010) descrevem como nível máximo aceitável no calcário calcítico 300,00mg/kg. Algumas amostras apresentaram níveis extremamente elevados de flúor, o que é um aspecto preocupante.

AAFCO (2006) classifica o cádmio e o mercúrio como altamente tóxicos e o arsênio moderadamente tóxico, sendo que o nível máximo tolerável de cádmio e mercúrio, em um alimento completo, é de 0,5 e 1,0 ppm (1000ppb), respectivamente, e para o arsênio de 50 ppm, os quais por um período de tempo não irá prejudicar o desempenho do animal e não deixarão resíduos no alimento. Considerando que o calcário pode representar até 1% na dieta de poedeiras, ficando bem abaixo disso no caso de suínos e frangos, pode-se concluir que os calcários avaliados apresentaram níveis de segurança plenamente satisfatórios para os metais cádmio, mercúrio e arsênio.

No caso do chumbo, Ewing e Charlton (2007) apresentam que o nível máximo aceitável em alimentos é de 5mg/kg. Para codornas japonesas e poedeiras, ao nível de 10 e 200ppm, respectivamente, apresentaram como efeito de toxidez a redução na produção de ovos (NRC,1994).

Tabela 3. Teor de metais pesados encontrados nas amostras de calcários avaliadas

Calcário	Arsênio (ppm)	Cádmio (ppm)	Flúor (mg/Kg)	Mercúrio (ppb)	Chumbo (ppm)
1	<0,30	<0,10	232,69	3,12	3,40
2	1,68	0,47	4.227,77	3,67	16,42
3	<0,30	<0,10	186,18	2,33	0,69
4	<0,30	<0,10	256,06	11,82	2,27
5	<0,30	<0,10	605,08	11,51	78,57
6	<0,30	<0,10	782,36	12,00	108,10
7	<0,30	<0,10	184,53	3,07	1,85
8	<0,30	<0,10	153,82	2,87	1,08
9	<0,30	<0,10	118,65	1,92	0,34
10	<0,30	<0,10	143,49	2,82	<0,30
11	<0,30	<0,10	142,61	8,01	1,67
12	<0,30	<0,10	164,83	9,70	2,89
13	<0,30	<0,10	201,63	15,26	2,15
14	<0,30	<0,10	213,88	8,41	1,95
15	<0,30	<0,10	169,46	2,34	0,52
16	<0,30	<0,10	158,73	3,28	1,50
17	1,47	<0,10	96,63	19,06	1,09
18	0,77	<0,10	528,07	26,88	78,78
19	0,78	<0,10	765,99	12,02	76,65
20	<0,30	<0,10	1.212,71	11,42	161,00
21	<0,30	<0,10	260,72	5,01	3,89
22	<0,30	<0,10	174,24	4,14	3,27
23	<0,30	<0,10	88,46	8,44	3,51
24	<0,30	<0,10	148,77	2,97	1,69
25	<0,30	<0,10	191,83	21,34	3,66

Análises realizadas pelo Laboratório CBO – Análises Laboratoriais.

Para uma melhor visualização dos resultados obtidos das amostras de calcário, foi realizada uma análise descritiva dos dados, apresentada na Tabela 4.

Tabela 4. Média, níveis mínimo e máximo e coeficiente de variação de variáveis analisadas nos calcários

Variáveis	Média	Mínimo	Máximo	CV%
Flúor (mg/kg)	456,36	88,46	4.227,77	182,18
Mercúrio (ppb)	8,53	1,92	26,88	78,17
Matéria Mineral (%)	98,93	96,64	99,69	0,68
Cálcio (%)	36,83	33,55	39,07	3,59
Magnésio (%)	0,43	0,12	2,19	108,52
Solubilidade de Calcário (%)	35,61	24,66	51,45	22,29
DGM (μm)	750,36	98,00	3.129,00	114,04
DPG	2,15	1,15	2,70	25,78

Conclusão

No geral, os calcários estudados apresentaram um teor de cálcio satisfatório. A solubilidade, entretanto, é um aspecto que precisa ser melhor avaliado pelas empresas fabricantes de alimentos, uma vez que mesmo amostras com partículas pequenas apresentaram baixa solubilidade. A granulometria é muito variável entre amostras. Com relação à presença de metais pesados, apenas o flúor se mostrou elevado.

Referências

- ASSOCIATION OF AMERICAN FEED CONTROL OFFICIALS. **Official Publication**. Champaign, 2006.
- BERTECHINI, A. G.; FASSANI, E. J. Macro e microminerais na alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 1., 2001, Campinas, SP. **Anais**. Campinas: CBNA, 2001. p. 219-234.
- BUTOLO, J. E. Ingredientes minerais. In: BUTOLO, J. E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. Campinas: Mundo Agro Editora, 2010. p. 281-296.
- COMPÊNDIO brasileiro de alimentação animal 2013. São Paulo: SINDIRAÇÕES, 2013.
- EWING, W. N.; CHARLTON, S. J. **The minerals Directory**. 2 ed. Leicestershire: Context, 2007.

FASSANI, E. J.; BERTECHINI, A. G.; KATO, R. K.; FIALHO, E. T.; GERALDO, A. Composição e solubilidade in vitro de calcários calcínicos de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 4, p. 913-918, 2004.

FERNANDES, A. L. S.; PEIXOTO, R. R. Avaliação de Calcários Dolomíticos como Fontes de Cálcio para Frangos de Corte em Crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 29, n. 6, p. 2260-2267, 2000.

MELO, T. V.; MOURA, A. M. A. Utilização da farinha de algas calcáreas na alimentação animal. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 58, (R), p. 99-107, 2009.

MUNIZ, E. B.; ARRUDA, A. M. V.; FASSANI, E. J.; TEIXEIRA, A. S.; PEREIRA, E. S. Avaliação de fontes de cálcio para frangos de corte. **Caatinga**, Mossoró, v. 20, n. 1, p. 5-14, 2007.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of poultry**. 9th ed. Washington, DC: National Academy of Sciences, 1994.

PIZZOLANTE, C. C.; SALDANHA, E. S. P. B.; LAGANÁ, C.; KAKIMOTO, S. K.; TOGASHI, C. K. Effects of Calcium Levels and Limestone Particle Size on The Egg Quality of Semi-Heavy Layers in Their Second Production Cycle. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 11, n. 2, p. 79-86, 2009.

REGINA, R.; BERTECHINI, A. G. Minerais. In: REGINA, R. (Coord.). **Nutrição animal, principais ingredientes e manejo de aves e suínos**. São Paulo: Fundação Cargill, 2010. p. 173-206.

SAMPAIO, J. A.; ALMEIDA, S. L. M. Calcário e Dolomito. In: LUZ, A. B. da; LINS, F. A. F. **Rochas e minerais industriais: usos e especificações**. 2. ed. Rio de Janeiro: CETEM-MCT, 2008. p. 363-391.

SIMIONI, J. R. Bem utilizado, calcário é fundamental à nutrição animal. **O Presente Rural**, Marechal Cândido Rondon, out./nov. 2013. p. 38-39.

ZANOTTO, D. L.; KRABBE, E. L.; ALBINO, J. J.; CARDOSO, L. S. **Granucalc**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2013. 1 Software de Granulometria. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/soft-gran/softgran.php>>. Acesso em: 30 set. 2014.

ZANOTTO, D. L.; KRABBE, E. L.; ALBINO, J. J.; CARDOSO, L. S. **Granucalc**: software de granulometria. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2013. 2 p. 1 folder.

ZANOTTO, D. L.; BELLAVER, C. **Método de determinação da granulometria de ingredientes para uso em rações de suínos e aves**. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1996. 5 p. (EMBRAPA-CNPSA. Comunicação Técnico, 215)

ZENEON, O.; PASCUET, N. S. (Coord.). Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4. ed. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2005. 1018 p. (Série A. Normas e manuais técnicos). Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz.

ZHANG, B.; COON, C. The relationship of calcium intake, source, size, solubility in vitro and in vivo, and gizzard limestone retention in laying hens. **Poultry Science**, v. 76, p. 1702-1706, 1997.

Comunicado Técnico, 517

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

Embrapa Suínos e Aves

Endereço: BR 153, Km 110,
Distrito de Tamanduá, Caixa Postal 21,
89700-000, Concórdia, SC

Fone: 49 34410400

Fax: 49 34410497

E-mail: <https://www.embrapa.br/fale-conosco/sac>

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



1ª edição

Versão Eletrônica: (2014)

Comitê de Publicações

Presidente: *Marcelo Miele*

Membros: *Airton Kunz, Helenice Mazzuco, Monalisa L. Pereira, Nelson Morés e Rejane Schaefer*

Suplente: *Mônica C. Ledur e Rodrigo S. Nicoloso*

Revisores Técnicos

Dirceu L. Zanotto e Gustavo J.M.M. de Lima

Expediente

Coordenação editorial: *Tânia M.B. Celant*

Editoração eletrônica: *Vivian Fracasso*

Normalização bibliográfica: *Cláudia Antunez Arrieche*

Revisão gramatical: *Lucas S. Cardoso*