

USO RACIONAL DE ENERGIA NO PROCESSAMENTO DE MINERAIS PARA ALIMENTAÇÃO ANIMAL ATRAVÉS DO USO DA DIMENSÃO FRACTAL

Anselmo José SPADOTTO¹, Ivan Amaral GUERRINI², Odivaldo José SERAPHIM³

RESUMO: Este trabalho objetivou aplicar os conceitos de dimensão fractal e a análise fractal correspondente como meios de diminuir o tempo de mistura de minerais usados na alimentação animal, através de uma combinação adequada destes ingredientes. Para a determinação da dimensão fractal dos ingredientes a serem misturados, empregou-se do método “MC-D” (Spadotto et al., 1996), onde, para a realização da mistura, utilizou-se um misturador manual do tipo “Y”, sendo que as amostras após a mistura foram analisadas através de absorção atômica. Os resultados indicaram possível existência de influência na homogeneidade conforme se misturam ingredientes minerais de dimensões fractais diferentes, portanto, com implicações na redução do tempo de mistura e racionalização do processo.

PALAVRAS-CHAVE: Fractal, energia, homogeneidade, alimentos

ABSTRACT: In this work it was utilized the concepts of fractal dimension and the correspondent fractal analysis to decrease the mix time for minerals utilized in animal food industry, in a more appropriate combination of the ingredients. In order to evaluate the fractal dimension of the ingredients to be utilized, it was used the method MC-D (Spadotto et al., 1996). To obtain the mix, a manual type mixer was used, and the samples after the mix were analysed by atomic absorption technique. Results indicated possible influence of the fractal dimension of the ingredients on the homogeneity of mix, with consequent implications on the decrease of the mix time and a more rapid and efficient racionalization of the process.

KEYWORDS: Fractal, energy, homogeneity, food

INTRODUÇÃO: No momento atual do mundo e do Brasil, o uso racional da energia ganha grande impulso e novas técnicas são pesquisadas para se atingir esta finalidade. A ciência do caos e dos fractais tem sido empregada como ferramenta em muitas áreas ciência do caos e dos fractais tem sido empregada como ferramenta em muitas áreas aplicadas, como é o caso da engenharia, otimizando diversos processos industriais. Na agronomia e zootecnia, o processamento de rações animal movimenta milhões de reais todos os anos, cabendo, portanto, uma atenção especial por parte dos pesquisadores, onde a redução no tempo de mistura pode representar grande economia de energia elétrica para o país.

1. Pesquisador do Departamento de Física e Biofísica, UNESP, Botucatu, 2. Docente do Departamento de Física e Biofísica, UNESP, Botucatu, 3. Docente do Departamento de Engenharia Rural, UNESP, Botucatu

MATERIAL E MÉTODOS: Foram determinadas as dimensões fractais de três ingredientes minerais de rações animal pelo método MC-D (Spadotto, et al., 1996), sendo estes o sulfato ferroso, o óxido de zinco e o óxido de magnésio conforme resultado da Tabela 1. Seguiu-se a mistura de 45g de óxido de zinco com 5g de sulfato ferroso em mini-misturador do tipo “Y” durante 5 minutos ou 100 voltas do aparelho, o mesmo ocorrendo com o óxido de magnésio. O elemento ferro do sulfato ferroso foi usado como marcador da homogeneidade da mistura, por ser facilmente lido em espectrofotômetro de absorção atômica. Foram realizadas 10 repetições para cada combinação, padronizado-se a carga e a descarga do misturador. Os resultados são mostrados na Tabela 2, sendo que melhor homogeneidade indica, indiretamente, economia de energia no processamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Trabalhos como os de Rieu & Sposito (1991a,b) e de Scott & Stephen (1992) esclareceram que materiais porosos como solos possuiriam dimensão fractal com valores entre 2 e 3. Isto parece que esclareceu a polêmica científica, visto que, por exemplo, um cubo sem espaços vazios teria dimensão igual a 3, e se possuísse reentrâncias ou canais, a dimensão seria menor que este valor. Os resultados encontrados neste trabalho pelo método MC-D estiveram sempre entre os valores 2 e 3, mostrando que este método, além de servir para solos, presta-se a ingredientes minerais porosos com granulometria similar. Turcotte (1986), trabalhando com a forma e tamanho das partículas, comenta que, além da importância do tamanho, a forma tem fundamental importância nos valores de dimensão fractal. Se fossem esferas perfeitas, a dimensão fractal diminuiria com o aumento no tamanho das partículas, fato este que não ocorre de forma linear nem mesmo com solo. Forma e tamanho das partículas relacionam-se com o já referido preenchimento dos espaços entre as partículas que, como abordado por Sander (1986) determina o valor da dimensão fractal. Entretanto, para Scott & Stephen (1992) analisando a distribuição de massa e o raio das partículas, assim como para Esbensen JR. (1991) e Feder (1988) que definem dimensão fractal para materiais porosos pela densidade, o valor desta pode ser determinado tendo como um dos parâmetros a massa. O método MC-D aqui utilizado para medir a dimensão fractal relaciona massa com volume, apresenta valores que são mostrados na Tabela 1. Quanto ao uso racional de energia no processamento de mistura de rações animal quatro são os parâmetros intimamente ligados: consumo de energia, homogeneidade, segregação e racionalização no tempo de funcionamento do misturador. Segundo Lopes et al. (1984), não há critério na determinação do tempo em que o misturador deva funcionar, para se obter uma mistura com máxima homogeneidade. Na Tabela 2, observa-se uma possível correlação entre os valores de dimensão fractal destes materiais porosos e a homogeneidade obtida no tempo de 5 minutos para misturadores do tipo “Y”. A significativa diferença entre a mistura de óxido de zinco mais sulfato ferroso, comparada com óxido de magnésio mais o mesmo sulfato ferroso, indicou que os materiais porosos misturam-se de maneira diferente. A mistura homogênea ideal para este caso corresponderia a um teor em porcentagem de ferro de $2,56 \pm 0,05$, sendo que para a mistura com óxido de zinco foi encontrado, também em porcentagem, o valor médio de $0,59 \pm 0,03$ de ferro e para a mistura com magnésio o valor foi de $0,03 \pm 0,001$. Valores tão distantes indicam não somente uma dificuldade em se obter homogeneidade, mas podem indicar que está ocorrendo segregação. Em síntese, a mistura com dimensões fractais 2,81 e 2,26 (sulfato ferroso misturado com óxido de zinco), apresentaram maior

porcentagem de ferro, portanto, misturam-se mais rapidamente do que os ingredientes com dimensões fractais 2,81 e 2,66 (sulfato ferroso misturado com óxido de magnésio), como mostram as Tabelas 1 e 2.

CONCLUSÕES: O método MC-D mostrou valores distintos de dimensão fractal para os ingredientes analisados, indicando que materiais porosos misturam-se melhor quando têm dimensão fractal mais distantes. Trabalhos mais detalhados, como os que já estão sendo desenvolvidos na UNESP Campus de Botucatu, poderão esclarecer uma escala de uso racional de energia e do processo de mistura em geral, em função da dimensão fractal dos ingredientes desta natureza.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ESBENSHARE JR., D. H. Fractal Bread. **The Physics Teacher**. 29:236-237, 1991.
- FEDER, J. **Fractals**. Plenum Press. New York. 1988.
- LOPES, D.C.; DONZELE, J.L.; ALVARENGA, J.C.; DA SILVA, D.J. Determinação do tempo mínimo de mistura para obtenção de uma ração homogênea, em misturador vertical. **Rev. Soc. Bras. Zoot.**, 13:285-291, 1984.
- RIEU, M. SPOSITO, G. Fractal fragmentation, soil porosity, and soil water properties:I. Theory. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 55:1231-1238, 1991a.
- RIEU, M. SPOSITO, G. Fractal fragmentation, soil porosity, and soil water properties:II.Applications. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 55:1239-1244, 1991b.
- SANDER, L.M. Fractal growth processes. **Nature**. 322:789-793, 1986.
- SCOTT, W.T. ; STEPHEN, W.W. Fractal scaling of soil particle-size distributions: analysis and limitations. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 56:362-369, 1992.
- SPADOTTO, A. J. ; GUERRINI, IVAN. A. Fractais: Conceitos e paradigma através de estudos em materiais estruturados. In: 48º REUNIÃO ANUAL DA SBPC, Resumos, p. 561, São Paulo, 1996.
- SPADOTTO, A. J. ; GUERRINI, IVAN A; REZENDE, M. A. Método prático para a determinação da dimensão fractal aplicado nas áreas agrônômica e zootécnica. In: I SIMPÓSIO NACIONAL DE INSTRUMENTAÇÃO AGROPECUÁRIA., São Carlos, 1996.
- TURCOTTE, D.L. Fractals and fragmentation. **J. Geophys. Res.** 91:1921-1926, 1986

TABELA 1 - Valores médios de dimensão fractal encontrados pelo MC-D		TABELA 2 - Homogeneidade através da % de ferro na mistura	
Ingredientes	Dimensão Fractal	Ingredientes	% Fe
Sulfato Ferroso (SF)	2,81± 0,01	SF	2,56± 0,05*
Óxido de Magnésio (OM)	2,66± 0,01	SF + OM	0,03± 0,001
Óxido de Zinco (OZ)	2,26± 0,01	SF + OZ	0,59± 0,03
Desvios dados pelo erro padrão da média		* Valor esperado para mistura homogênea	