DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DO COLORAU PARA ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE PRESSÕES E FLUXO EM SILOS[1]

Rosania Lima BARRÊTO[2], José Wallace B. do NASCIMENTO[3], Carlito CALIL Jr.[4]

RESUMO: Esse trabalho teve como objetivo determinar as propriedades físicas do colorau para serem empregadas na elaboração de projetos de pressões e fluxo em silos. Os ensaios foram realizados utilizando a máquina TSG 70-140 conhecida como "Jenike Shear Cell". Determinou-se as propriedades de granulometria, densidade, ângulo de atrito interno instantâneo, efetivo ângulo de atrito interno instantâneo, ângulo de atrito com a parede e função fluxo.

PALAVRAS-CHAVE: Colorau, propriedades físicas, fluxo, pressões

ABSTRACT: The objective of this research was to determine the pepper physical properties. The teste were performed utilizing the TSG 70-140 machine, that is known over the world as Jenike Shear Cell. The following properties were determined: particle size, density, interface friction angle, angle of effective friction, friction angle of silo wall and flow function.

KEYWORDS: Pepper, physical properties, flow, pressures

INTRODUÇÃO: O urucum já era utilizado pelos indígenas para tingir seus artefatos de caça, pesca, vestimenta e o próprio corpo. A forma de preparo original do produto conhecido como colorau ou colorífico utiliza o pilão de madeira onde as sementes do urucum são socadas com ajuda de milho moído e depois a mistura é passada em peneira. O colorau é um corante bastante utilizado na culinária nordestina. Para atender esse mercado existe muitas empresas de processamento e todas essas apresentam problemas de fluxo de produto durante a fase de empacotamento da produção. O Brasil, assim como muitos países do mundo, ainda tem problemas com armazenamento de produtos agrícolas e outros, apresentando grandes perdas devido à ineficiência da capacidade de armazenagem ou a utilização de técnica inadequada de armazenamento.

---

[1] Parte da dissertação de mestrado apresentada pelo primeiro autor à UFPB.

[2] Engenheira Agrícola M.Sc. Rua Ana Azevedo, 509; Palmeira; CEP 58102-320 - Campina Grande - PB-Brasil

[3] Prof. Dr. Departamento de Engenharia Agrícola, da Universidade Federal da Paraíba - Av. Aprígio Veloso, 882; Cx. Postal 10087; CEP 58109-970 - Campina Grande - Paraíba - Brasil
E-mail: wallace@deag.ufpb.br

[4] Prof. Dr. da Universidade de São Paulo - Escola de Engenharia de São Carlos.
E-mail: calil@sc.usp.br

MATERIAL E MÉTODOS : A metodologia utilizada foi a proposta por Milani (1993), utilizando a máquina de ensaio TSG 70-140. Foram determinadas as propriedades físicas do colorau com teor de umidade de 11% b.u. Ângulo de atrito interno, efetivo ângulo de atrito interno, ângulo de atrito interno do produto com o aço liso, aço rugoso, acrílico como materiais de parede, e função fluxo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Verificou-se que 86,96% do colorau ficou retido nas peneiras $0,42 < D < 0,84$mm e segundo critério de classificação de produtos armazenáveis proposto por Calil Jr. (1984) o colorau é classificado como produto pulverulento e/ou pulverulento coesivo com $0,297 \leq D < 1$mm. O colorau apresenta densidade (γ_l) e (γ_u) de 805 e 829 kg/m^3, respectivamente, para o teor de umidade de 11% b.u. como mostra a Tabela 1. O limite superior da densidade dos produtos serão utilizados para cálculo das pressões horizontais e verticais, e o limite inferior para cálculo do tipo de fluxo (Nascimento, 1996). As Figuras 1a e 1b mostram os resultados obtidos para o ângulo de atrito com a parede: aço rugoso, acrílico e aço liso. Foi observado o comportamento "slip-stick" nos ensaios para determinação do ângulo de atrito do colorau com a parede. Este comportamento ocorre devido à rugosidade da superfície da parede e a uniformidade das partículas do produto. Quando os engenheiros forem projetar silo com parede destes materiais, recomonda-se multiplicar o fator fluxo da tremonha por um fator de 1,4 para a caracterização das propriedades e o ângulo da tremonha para o fluxo de massa deverá ser aumentado de 5^o (BMHB, 1985). Os resultados da função fluxo (FF) do colorau, mostrados na Tabela 1, também são comparados com a classificação de Jenike (1987) para fluxo de massa de produtos armazenáveis; e o mesmo é classificado como produto coesivo, pois encontra-se na faixa de $2 < FF < 4$.

CONCLUSÕES: O colorau é um produto pulverulento coesivo e exige utilizar fluxo de massa durante o descarregamento. O ângulo de atrito interno inferior é 31^o e superior 34^o e efetivo ângulo de atrito interno inferior 29^o e superior 32^o.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

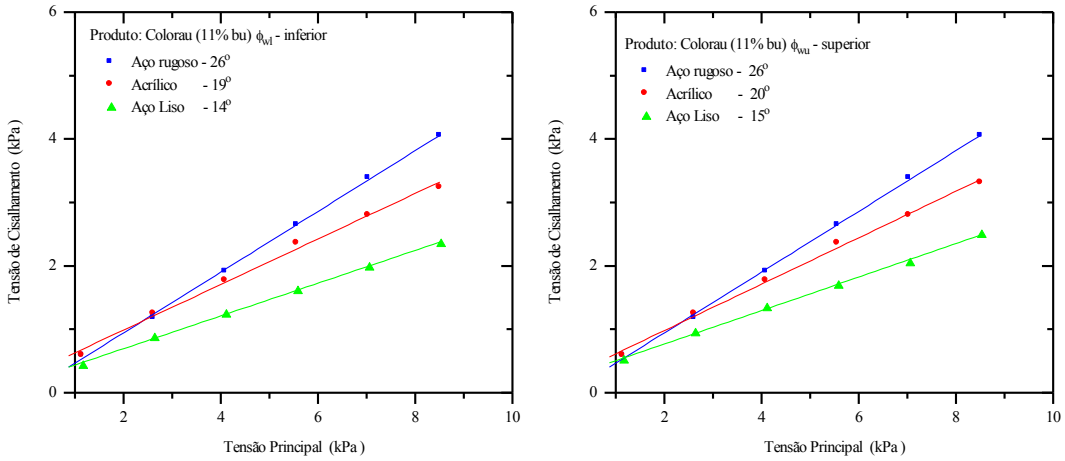
BMHB. British materials handling board. **Draf Cade of Practice for the Design of Silos, Bins, Bunkers and Hoppers**. Inglaterra, 1985. 101p.

CALIL JR., C. **Sobrepresiones en las paredes de los silos para almacenamiento de productos pulverulentos cohesivos**. Barcelona, 1984, 184p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) Universidad Politécnica de Barcelona - UPB.

JENIKE, A. W. **Storage and flow of solids**. Boletim 123. Utah Engineering Experiment Station. University of Utah. Salt Lake City. Utah. Estados Unidos, 1964, 197p.

MILANI, A.P. **Determinação das propriedades de produtos armazenados para projeto de pressões e fluxo em silos**. São Carlos, 1993. 272p. Tese (Doutorado em Engenharia de Estrutura) Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo.

NASCIMENTO, J.W.B. **Estudos dos silos metálicos prismáticos para fábrica de ração**. São Carlos, 1996. 152p. Tese (Doutorado em Engenharia de Estrutura) - Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo.



(a) (b)

FIGURA 1 - Ângulo de atrito (ϕ_w) do colorau com a parede de Aço Liso, Aço Rugoso e Acrílico: inferior (a) e superior (b)

TABELA 1 - Densidade, ângulo de atrito interno (ϕi), efetivo ângulo de atrito interno (ϕ_e) e função fluxo do colorau

Produto	Teor de Umidade (%) b.u.	Densidade (kg/m^3)		Ângulo de atrito interno (ϕ_i)		Efetivo ângulo de atrito interno (ϕ_e)		Função Fluxo
		γ_l	γ_u	ϕ_{il}	ϕ_{iu}	ϕ_{el}	ϕ_{eu}	FF = σ_1/σ_c
Colorau	11	600	700	31	34	29	32	3-4

TABELA 2 - Ângulo de atrito com a parede (ϕ_w) do colorau

Tipos de Paredes	Colorau 11% b.u.	
	ϕ_{wl}	ϕ_{wl}
Aço Liso	14	15
Aço Rugoso	26	26
Acrílico	19	20