

Artigo Científico

**PROPRIEDADES FÍSICAS DO COMINHO EM PÓ COMERCIALIZADO
NAS FEIRAS LIVRES DA PARAÍBA**

Juliana Gomes de Brito

Mestranda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande E-mail: juligbrito@hotmail.com

Emmanuel Fabiano Marques da Silva

Mestrando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande E-mail: efmsilva@yahoo.com.br

Ticiane Leite Costa

Professora, Faculdade de Tecnologia Centec-FATEC, Sertão Central E-mail: ticianaleitecosta@yahoo.com.br

Ana Paula Trindade Rocha

Professora Adjunta, Universidade Federal de Campina Grande E-mail: anatrindade@deag.ufcg.edu.br

Oswaldo Soares da Silva

Professor Adjunto, Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal E-mail: osvaldo_so2002@yahoo.com.br

Resumo: Avaliou-se o cominho em pó obtido através da trituração do grão vendido em feiras livres dos mercados regionais da Paraíba. O produto em pó foi caracterizado quanto as suas propriedades físicas: densidade real, densidade aparente, porosidade, escoabilidade e granulometria e também quanto ao teor de água. Foram analisadas 6 amostras de cominho em pó, adquiridas no comércio dos municípios de Catolé do Rocha, Monte Horebe, Patos, Piancó, Sousa e Uiraúna. Os resultados obtidos para as propriedades físicas do produto comprovam que exercem influência entre si, estando correlacionadas. O ângulo de repouso variou de 29 a 37°, a escoabilidade sofreu influência da higroscopicidade do produto, a distribuição granulométrica foi disforme para a maioria das amostras, e as mesmas foram classificadas como pós com diâmetro médio das partículas igual a 0,54 mm, variando de 0,180 a 0,850mm.

Palavras-chave: Densidade, Porosidade, Ângulo de repouso, Granulométrica.

**PHYSICAL PROPERTIES OF CUMIN POWDER SOLD IN STREET
MARKETS OF PARAÍBA**

Abstract: We evaluated the cumin powder obtained by grinding the grain sold in street markets of the regional markets of Paraíba. The powder product was characterized for its physical properties: the actual density, apparent density, porosity, particle size and flowability and also as to moisture content. We analyzed six samples of cumin powder, and sold in the cities of Catolé the Rock, Mount Horeb, Ducks, Piancó, Sousa and Uiraúna. The results for the physical properties of the product show that influence each other and are correlated. The angle of repose ranged from 29 to 37, the flow behavior was influenced by the hygroscopicity of the product, the particle size distribution was ugly for most samples, and these were classified as powders with average particle size equal to 0.54 mm, ranging from 0.180 to 0.850 mm.

Key words: Density, porosity, angle of repose, unconfined.

INTRODUÇÃO

Cuminum cyminum L. é uma planta herbácea originária da Ásia Ocidental pertencente à família Apiaceae, é morfológicamente caracterizada por apresentar pequenas flores brancas ou rosadas, sementes verdes, caule tenro, ereto e estriado podendo atingir até um metro de altura, possuem frutos aquênios côncavos de um lado e convexos do outro, medindo de cinco a seis (VAZ & JORGE, 2011).

O cominho é o fruto do *Cuminum cyminum* L., cujo produto é designado por “cominho” e, quando moído é designado por cominho moído ou em pó, apresenta características organolépticas peculiares como fruto

alongado, dessecado ou em pó homogêneo, fino ou grosso de cor verde-pardacenta, com cheiro aromático e sabor próprio (ANVISA, 2011). Sua utilização se dá de maneira diversificada, o cominho é normalmente explorado para fins fitoterápicos pelo consumo dos frutos, folhas e sementes, envolvendo indicações terapêuticas, sendo utilizada na medicina popular como desempenhando propriedades de estimulante estomacal, carminativo, emenagogo e diurético (DINALLI et al., 2007; VALVERDE, 2007).

Por se tratar de uma especiaria muito utilizada pela população a muitos séculos notadamente pelos habitantes da América Latina, Norte da África e Ásia, pode ter sido disseminada pelo próprio homem. No Brasil

Artigo Científico

não é comum o hábito de consumir cominho, por outro lado, é bastante apreciado no Nordeste brasileiro juntamente com outras aromáticas como a alcarávia, funcho e aipo e pimenta-do-reino, formando um grupo de sementes de sabor marcante, muito utilizada no preparo de peixes e frutos do mar (COMINHO, 2008).

Os condimentos, utilizados como ingredientes na preparação de alimentos, desempenham importante papel em decorrência do aumento no consumo de produtos industrializados. O conhecimento da dinâmica dos produtos sólidos armazenáveis exerce grande importância dentro dos processos industriais, produtividade, eficiência e segurança. Uma vez que há a necessidade de informações quanto ao manuseio e processamento, especialmente no caso de produtos pulverulentos (LOPEZ-NETO et al., 2007). Algumas propriedades físicas são geralmente utilizadas como parâmetros de controle na manipulação e processamento de pós. As determinações de densidade, porosidade, forma, distribuição de tamanho e escoabilidade são as características mais importantes (MARTINS, 2006). Estudos sobre as propriedades físico-químicas do cominho em pó são escassas ou até mesmo incipientes. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi a caracterização das propriedades físicas do cominho em pó comercializado nas feiras livres de diferentes municípios da Paraíba.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a determinação das propriedades físicas foram utilizadas seis amostras do pó do cominho obtido pela moagem dos grãos ainda em feiras livres, sendo cada amostra provenientes dos municípios de Catolé do Rocha, Monte Horebe, Patos, Piancó, Sousa e Uiraúna, do estado da Paraíba. As mesmas foram caracterizadas mediante as determinações da densidade aparente, densidade real das partículas, porosidade, escoabilidade, análise granulométrica e teor de água. As amostras apresentaram odor, cor e higroscopicidade característicos do produto.

Determinação da densidade aparente, densidade das partículas e porosidade:

Foi utilizado o método da proveta graduada, onde aproximadamente 20 gramas do produto foi pesado e colocado sob queda livre em uma proveta graduada de 100ml. Com os dados de volume e massa foi calculada a densidade aparente. Para determinação da densidade real foi adicionada um volume conhecido de água destilada até que fossem ocupados todos os espaços porosos da amostra. Para cálculo da porosidade empregou-se a equação 1.

$$\varepsilon = 1 - \frac{\rho_{ap}}{\rho_p} \dots \dots \dots (1)$$

Onde: ρ_{ap} é a densidade aparente e ρ_p é a densidade da partícula.

Determinação da escoabilidade:

A escoabilidade foi avaliada com o auxílio da plataforma, mesurando-se o ângulo de repouso estático da mesma no momento em que a amostra depositada em sua superfície escoava gradativamente. Neste momento lê-se o ângulo formado com a horizontal.



Figura1: Plataforma para medida do ângulo de repouso

Análise Granulométrica:

Foi realizada por análise de peneiras, onde uma amostra de 100g do pó foi transferida para um conjunto de peneiras vibratórias dispostas verticalmente, em tamanhos decrescentes de cima para baixo (0,850mm ≤malhas ≤0,180mm) e após 20 minutos mediu-se a massa em cada uma das bandejas que formam o conjunto, pesadas em balança analítica. Nos ensaios realizados nesse trabalho foram utilizadas as peneiras Tyler 16, 25, 32, 42, 60e 80, ABNT, para o pó do cominho das diferentes cidades do estado da Paraíba.



Artigo Científico

Figura 2: Conjunto de peneiras acoplados em agitador mecânico

Diâmetro médio Sauter

Para o cálculo do diâmetro Sauter, foi utilizada a equação II:

$$\bar{D}_s = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{x_i}{d_{p_i}}} \dots\dots\dots(II)$$

Onde: x_i = Fração mássica de partículas de diâmetro d_{p_i} e d_{p_i} é o diâmetro médio das partículas.

Determinação do teor de água:

Baseou-se na determinação da perda de massa fresca das amostras em triplicatas, com cerca de 5g do pó, em estufa a 105°C por 24h (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com as características físicas apresentadas na Tabela 1, verificou-se que o a análise da granulométrica das amostras permitiu ao estudo de diferentes frações de partículas cujas propriedades físicas apresentaram valores diferenciados. Tais resultados das amostras permitiram verificar que em todas as amostras estudadas 92,76% das partículas ficaram retidas nas peneiras de maior diâmetro (Tyler 20, 25 e 32) enquanto que 7,058% nas peneiras de menor diâmetro Tyler (42, 60 e 80). Levando-se a considerar o diâmetro médio das partículas em torno de 0,54mm; variando de 0,180 a 0,850 mm.

Caracterização físicas e química do cominho em pó

De acordo com os resultados obtidos representados na Tabela 1, observou-se que os valores encontrados para as propriedades físicas analisadas apresentaram semelhança de valores entre as amostras com pequenas diferenças entre os materiais provenientes dos municípios distintos. Os valores encontrados para o diâmetro Sauter (D_s) inferem uma diferença média de 3,088 μm , cujos valores variaram de 65,19 a 80,63 μm , respectivamente, para as amostras de Uiraúna e Sousa. O diâmetro Sauter representa o leito de partículas esféricas que apresentam a mesma área superficial por unidade de volume do leito.

Tabela 1 – Caracterização física do cominho em pó comercializados nas feiras livres dos municípios da Paraíba. D_s (μm), ρ_{ap} (g/cm^3), ρ_p (g/cm^3), ϵ , θ e T. a. (b. u.) correspondem a (diâmetro Sauter, densidade aparente, densidade real, porosidade, ângulo de repouso e teor de água.

| Amostra | Grânulos (Tyler 16, 20, 25, 32, 42, 60, 80) | | | | | |
|---------|---|-------------|----------|------------|----------|-----|
| | D_s | ρ_{ap} | ρ_p | ϵ | θ | T. |
| Catolé | 79,8 | 0,60 | 1,17 | 0,4 | 30 | 7,6 |
| Monte | 67,5 | 0,58 | 2,22 | 0,1 | 33 | 9,5 |
| Patos | 72,2 | 0,60 | 2,00 | 0,7 | 29 | 9,3 |
| Piancó | 75,2 | 0,51 | 1,98 | 0,7 | 30 | 9,3 |
| Sousa | 80,6 | 0,66 | 2,50 | 0,7 | 30 | 7,0 |
| Uiraúna | 65,1 | 0,58 | 5,00 | 0,8 | 37 | 8,7 |

Os valores encontrados para a densidade real foram maiores que os correspondentes a densidade aparente, apresentando valores médios de respectivamente 2,47e 0,59 g/cm^3 . A densidade real, absoluta ou verdadeira representa o maior valor para esta propriedade física e é obtida quando o volume determinado exclui os poros abertos e os fechados, assim como, demais espaços vazios. É a densidade absoluta dos materiais do qual o sólido é formado. A densidade aparente, efetiva ou envelope é a razão entre a massa do sólido e o volume do sólido contendo poros. Para um leito de partículas, a densidade é denominada de densidade *bulk* definida como a massa de partículas ocupadas por unidade de volume do leito (MARTINS, 2007).

Os resultados obtidos para a porosidade das amostras, os valores variaram de 0,19 a 0,88 referentes às amostras de Monte Horebe e Uiraúna, com valor médio entre as amostras igual a 0,62. A densidade está intimamente relacionada com a porosidade das partículas, segundo (GELDART, 1986), quando um leito é alimentado lentamente com material particulado, a acomodação das partículas está relacionada com as suas forças de coesão. O deslocamento entre as partículas pode resultar em um leito com baixa ou alta porosidade. Com a vibração, as forças coesivas entre as partículas são facilmente rompidas, ocorrendo uma diminuição da porosidade do leito.(FITZPATRICK et al., 2004), constatou durante as determinações das densidades real e *bulk*, em leite em pó, que as densidades real e *bulk* diminuíram com o aumento do conteúdo de óleo dos pós.

A escoabilidade dos pós está relacionada com o tamanho e distribuição das partículas (MARTINS, 2007). Essa propriedade apresenta relações qualitativas e quantitativas do grau de escoabilidade do material particulado com o ângulo de repouso, a compressibilidade,

Artigo Científico

o ângulo de espátula, a uniformidade e a coesão das partículas (CARR, 1965). Dessa maneira, o ângulo de repouso encontrado para as amostras ficou na faixa de 29 a 37°, caracterizando o pó de cominho de fácil escoamento para as amostras de Catolé do Rocha, Monte Horebe, Patos, Piancó e Sousa, cujos valores variaram de 29 a 33°. Entretanto, para a amostra referente ao município de Uiraúna, com 37° de escoabilidade, essa propriedade é classificada como intermediária.

O ângulo de repouso encontrado nas amostras apresentou um valor médio de 31,8°, de maneira geral, caracterizando o pó de cominho como sendo de fácil escoamento, assim, o ângulo de repouso do pó apresenta escoabilidade satisfatória. Todavia, apesar dos resultados corresponderem as referidas classificações, observou-se certa dificuldade durante o processo de escoamento das amostras em dado momento da análise, pela ocorrência de um escoamento fracionado, notadamente pela influência da umidade e agregação das partículas do pó.

Várias características dos materiais podem influenciar a escoabilidade, como o tamanho das partículas, a forma, o teor de água e orientação das partículas que podem exercer influência no ângulo de repouso. A fluidez de um material e o ângulo de repouso pode estar correlacionada à fricção do sólido granular sobre si mesmo referindo-se a designada escoabilidade estática, nos casos em que o volume do material está em movimento, encontra-se envolvido no ângulo de repouso dinâmico (DANTAS et al., 2009).

O efeito do teor de água existente na matéria analisada também pode influenciar o ângulo de repouso, observou-se que os resultados obtidos para o teor de água das amostras, não parece exercer influência direta nos resultados da escoabilidade, como já mencionado anteriormente, outros fatores podem influenciar na escoabilidade, como no caso da amostra de Uiraúna, a qual apresentou maior resultado para essa propriedade entre as amostras. Nesse caso, observa-se que tanto a densidade das partículas quanto a porosidade apresentaram valores maiores, respectivamente, 5g/cm³ e 0,88. Na maioria das amostras, as quais apresentam maior teor de água, houve um aumento no ângulo de repouso, a higroscopicidade é um fator de grande influência em materiais porosos, nesse caso a adsorção de água pode ter sido um fator importante na aglomeração das partículas e influenciar a escoabilidade das amostras.

Em estudos anteriores sobre o efeito do conteúdo de umidade no ângulo de repouso avaliado em partículas de açúcar, o ângulo de repouso aumentou com o aumento do conteúdo de umidade das partículas. As partículas de açúcares com diâmetro médio nas faixas de 40 – 47 µm e de 0,63 – 1,00 µm apresentaram valores de ângulo de repouso nas faixas de 55 – 52° e de 35 – 36°, respectivamente (MARTINS, 2006).

Distribuição granulométrica

Como apresentado na metodologia, o cominho em pó, foi obtido da moagem em feiras livres do comércio de diferentes municípios do estado da Paraíba, cuja densidade aparente variou entre 0,58 a 0,66 g/cm³ e distribuição granulométrica, conforme a Figura 3.

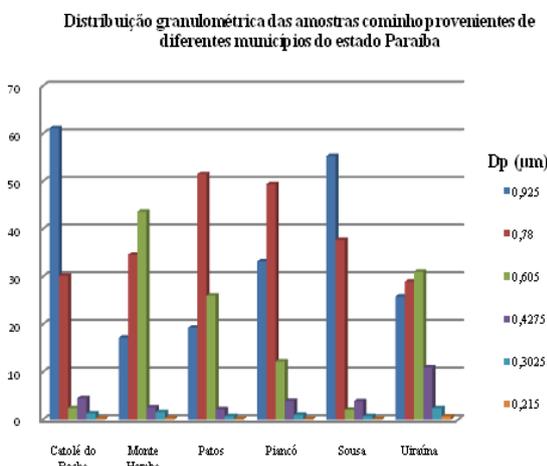


Figura 3: Histograma de frequência.

De acordo com a Figura 3 a amostra referente ao município de Catolé do Rocha, obteve densidade aparente de 0,60 g/cm³, assim como os município de Monte Horebe, Patos e distribuição em torno de 60 % das partículas que ficaram retidas na peneira de tyler 20, indicando que a distribuição apresenta grande quantidade de material com tamanho das partículas em torno de 0, 850 mm, resultando em um o diâmetro médio de Sauter de 79,89 µm. Além disso, o granulado apresentou distribuição bastante disforme com pouca deposição de material nas peneiras de menor diâmetro.

A amostra referente à Monte Horebe demonstrou uma distribuição granulométrica irregular, notando-se que as partículas ficaram retidas nas peneiras de maior abertura, fator semelhante ao ocorrido em Patos. Sendo 45% de suas partículas retidas na peneira de tyler 32 (abertura 0,500mm), cerca de 35% na peneira de tyler 25 (abertura 0,710 mm) e 17% retidos na peneira de tyler 20 (abertura 0, 850 mm), culminando com o diâmetro médio de Sauter de 67,52 µm. Ao passo que na cidade de Patos, a maior retenção de partículas foi obtida na peneira de tyler 20, com 51, 52% das partículas com tamanho aproximado a 0,850 mm. A amostra apresentou diâmetro Sauter de 72, 28 µm.

O município de Piancó, Paraíba, apresentou densidade aparente de 0,51 g/cm³ e a distribuição mostrou que 49,43% das partículas ficaram retidas na peneira de tyler 20, indicando que grande quantidade do material fixou-se em torno de 0,850 mm. Para a referida distribuição, o diâmetro médio Sauter foi 75, 29µm. Observou-se que o diâmetro dos grânulos é bastante irregular, pois grande parte das partículas ficaram retidas

Artigo Científico

nas peneiras de maior abertura (tyler 20 e 25), enquanto que as partículas de diâmetro inferior tyler (32, 42, 60 e 80) ficaram pouco retidas. Todavia, tal amostra equiparou-se a distribuição granulométrica do município de Patos.

Em relação ao município de Sousa, Paraíba, a densidade aparente foi 0,66 g/cm³ e distribuição granulométrica demonstrou ser bastante irregular, em que a maior parte das partículas ficaram retidas nas peneiras de Tyler (20 e 25), cujos tamanhos das partículas retidas são, respectivamente 0,850 e 0,710 mm. As demais peneiras, de Tyler (32, 42, 60 e 80), apresentaram menor quantidade da amostra, indicando menor quantidade de partículas de menor diâmetro. Para a referida distribuição, o diâmetro Sauter foi 80,63 µm.

O município de Uiraúna obteve densidade aparente de 0,58 g/cm³ e observou-se uma distribuição granulométrica que as amostras anteriores, onde 85,91% das partículas ficaram retidas nas peneiras de Tyler 20, 25 e 32. Em cada peneira ficaram retidos respectivamente 25,86%; 28,95 e 31,09% de partículas. Para a referida distribuição o diâmetro médio de Sauter foi igual a 65,19 µm. Além da umidade, a granulometria afeta a densidade compactada dos produtos. Apesar do pequeno número de amostras, o diâmetro maior, menor e área das partículas apresentam correlação positiva com a densidade. Como o diâmetro do grânulo é um dos fatores que mais influencia a granulometria dos produtos, pode-se considerar que a granulometria do cominho em pó influenciou a densidade dos produtos.

A granulometria também está diretamente relacionada com a escoabilidade. A diminuição do tamanho da partícula reduz a escoabilidade do pó, pois, as forças entre as partículas, inicialmente de van der Waals que representam de 80 a 90% das mesmas, tornam-se maiores em relação à força gravitacional e as forças de arraste. Como resultado dessas forças, pós com diâmetro médio menor que 30µm têm baixo fluxo e tendência de aglomeração (KRANTZ et al., 2009). Geralmente considera-se que pós com diâmetros médios superiores a 200 µm tem escoamento livre.

Como apresentado na metodologia, o cominho em pó, foi obtido da moagem em feiras livres do comércio de diferentes municípios do estado da Paraíba, apresenta densidade aparente entre 0,58 a 0,66 g/cm³ e distribuição granulométrica, conforme as Figuras 3,4, 5, 6, 7 e 8.

Na amostra referente ao município de Catolé do Rocha, obteve-se densidade aparente de 0,60 g/cm³ e distribuição granulométrica conforme (Figura 3).

CONCLUSÕES

De acordo com o presente trabalho, pode-se concluir que as propriedades físicas analisadas para o cominho em pó apresentam valores aproximados entre as amostras. As propriedades físicas exercem influência em outras propriedades da matéria. Os valores encontrados para a densidade real foram maiores que a densidade

aparente, estando aquela, intimamente relacionada com a porosidade das partículas.

O ângulo de repouso das partículas variou de 29 a 37° e classificando os pós, segundo tais valores, de escoamento fácil a intermediário. No entanto, por serem higroscópicos, apresentaram escoabilidade insatisfatória, em dado momento da análise, devido principalmente a facilidade de formação de grânulos, causando a aderência do produto com a superfície da plataforma.

A distribuição granulométrica foi disforme para a maioria das amostras, no entanto, a amostra referente ao município de Uiraúna apresentou melhor distribuição granulométrica que as demais. A amostra do município de Patos apresentou distribuição granulométrica semelhante à amostra de Monte Horebe. Para todas as amostras; 92, 76% das partículas ficaram retidas nas peneiras de Tyler (20, 25 e 32), enquanto que 7,058% nas peneiras de menor diâmetro, Tyler (42, 60 e 80). Levando-nos a considerar que a maior quantidade de massa retida, apresentou diâmetro em torno de 0,68 mm. Entretanto, o diâmetro médio obtido para as partículas está em torno de 0,54mm; variando de 0,180 a 0,850mm, sendo finalmente classificados como pós.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] VAZ, A. P. A. & JORGE, M. H. A. Plantas medicinais codimentares e aromáticas. Disponível em: <<http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/FOL104.pdf>> Acesso em 18 fev. de 2011.
- [2] ANVISA. Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_78_condimentos.htm#> Acesso em: 17 fev de 2011.
- [3] DINALLI, R. P.; CHAVES, D. C. D.; GAZOLA, R. N.; CASTILHO, R. M. M. Germinação de espécies ornamentais e medicinais. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, v.17, n.2, p.53-59, dez, 2010.
- [4] VALVERDE, S. R. **Avaliação da atividade antifúngica dos extratos brutos fenólicos de: *Curcubita pepo*, *Remirea marítima*, *Cayaponia tayuya*, *Eucatiptus citriodora*, *Cuminum cyminum* e óleo de resina de copaíba sobre levedura do gênero *cândida***. 2007. 129f. (Mestrado em odontologia) – Universidade Potiguar, Natal.
- [5] COMINHO. Disponível em <http://www.herbario.com.br/dataherb18/cominho.htm> - Acesso em: 20/07/2008
- [6] LOPEZ-NETO, J. P.; NASCIMENTO, J. W. B.; SILVA, V. R. S.; LOPES, F. F. M. Propriedade de fluxo e característica de escoabilidade de rações avícolas para dimensionamento de silos. **Ciência agrotec., Lavras, v.31, n. 3, p. 851-859, maio/jun., 2007.**

Artigo Científico

[7] MARTINS, P. C. **Estudo da influência de uma fase lipídica na aglomeração de pós alimentícios.** 2006. 178 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

[8] INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas: métodos físicos e químicos para análise de alimentos.** 4 ed. São Paulo: IAL, 2008. 1020 p.

[9] GELDART, D. *Gas Fluidization Technology.* Wiley, New York, 468p., 1986.

[10] FITZPATRICK, J.J., IQBAL, T., DELANEY, C., TWONEY, T., KEOGH, M.K. Effect of powder properties and storage conditions on the flowability of milk powders with different fat contents. *Journal of Food Engineering*, vol. 64, p. 435-444, 2004.

[11] CARR, R.L. **Evaluating flow properties of solids.** *Chemical Engineering*, vol. 18, n.1, p. 163-168, 1965.

[12] DANTAS, T. N. P.; SOUZA, J. S.; SOUZA-JÚNIOR, F. E.; MEDEIROS, M. F. D. Propriedades físicas e físico-químicas de pós de misturas de polpas de frutas com diferentes fontes lipídicas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA EM INICIAÇÃO CIENTÍFICA. 2009, Minas Gerais. **Anais...** Uberlândia: CBEQ - IC, 2009. CD-ROM.

[13] KRANTZ, M., ZHANG, H., ZHU, J., 2009. Characterization of powder flow: static and dynamic testing, *Powder Technology*, 194, 239 – 245.L

Recebido em 10/01/2012

Aceito em 30/13/2012