

## **ANÁLISE DO RENDIMENTO DE UM CICLONE TRONCO-CÔNICO, PARA SEPARAÇÃO DE FÉCULA DE MANDIOCA DO AR EM UM SECADOR FLASH DRYER**

**Edelweiss Felix da Silva**

UNESP – UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE ENGENHARIA – CAMPUS DE GUARATINGUETÁ  
Pós-Graduação em Engenharia Mecânica  
Área de Concentração: Transmissão e Conversão de Energia  
Av. Ariberto Pereira da Cunha, 333, caixa postal 205  
CEP: 12.516-410 Guaratinguetá SP  
edelweis@feg.unesp.br

**Luiz Roberto Carrocci**

UNESP – UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE ENGENHARIA – CAMPUS DE GUARATINGUETÁ  
Pós-Graduação em Engenharia Mecânica  
Área de Concentração: Transmissão e Conversão de Energia  
Av. Ariberto Pereira da Cunha, 333, caixa postal 205  
CEP: 12.516-410 Guaratinguetá SP  
carrocci@feg.unesp.br

*Resumo. Na produção de alimentos, o transporte e o processamento industrial produzem perdas de produtos (massa) para o meio. Gasta-se energia em quantidades consideráveis para produzir alimentos, portanto, torna-se imperativo diminuir as perdas, as quais implicam em desperdício de massa, de energia e queda na produção. Neste artigo analisam-se os rendimentos globais de coleta em um ciclone tronco-cônico, usando fécula de mandioca, como material de alimentação do sistema de secagem flash dryer. O objetivo desse estudo é verificar a possibilidade de aumentar o rendimento do ciclone, para o caso da fécula de mandioca. Na parte experimental, foi feita a variação da vazão do ar no sistema, com uma taxa de alimentação constante de fécula. Com isso pode ser feita uma análise de desempenho do ciclone e de sua eficiência global de coleta. O rendimento do ciclone foi analisado teoricamente por equações adaptadas às condições de operação do processo de secagem de fécula de mandioca. Palavras-chave: ciclone, fécula de mandioca, flash dryer, secagem de amido, amido.*

### **1. Introdução**

O desempenho do ciclone analisado nesse trabalho, foi feito através de um estudo teórico e experimental na separação de um sólido (fécula de mandioca) do ar, utilizando um ciclone tronco-cônico, onde se analisa a eficiência global do mesmo, em função de uma pequena vazão de ar na saída do ciclone, para a caixa de coleta e desta para o meio, que pode influenciar no rendimento do ciclone. Comparar para efeito de projeto a velocidade máxima de eficiência global do ciclone com a velocidade de máxima eficiência de secagem em um modelo de flash dryer baseado em um protótipo em funcionamento.

Na separação e coleta de sólidos e líquidos suspensos em correntes gasosas utilizam-se ciclones coletores de pó. São equipamentos acoplados a máquinas para fins industriais, agrícolas e controle de poluição do ar. Sua popularidade se deve principalmente à sua simplicidade de construção, ausência de partes móveis, o que garante uma baixa necessidade de manutenção. Apresenta uma capacidade de operar em ampla faixa de temperatura, até mais de 1000 °C, e pressão desde 0,01 bar até 100 bar (Souza, 1995 ; Damasceno et al. 1996).

Apesar do esforço na tentativa de proporcionar uma base científica à operação dos ciclones, no contexto da mecânica dos fluidos, as formulações utilizadas ainda hoje não dispensam a determinação experimental de parâmetros e, é ainda, essencialmente a mesma reconhecida por (Lapple, 1950).

O desempenho do ciclone será feito através de um estudo teórico comparativo na separação sólido-gás, utilizando o ciclone padrão Lapple. Os parâmetros comparativos utilizados nessa análise são: a capacidade do sistema e a eficiência global, (Damasceno et al. 1996).

Para partículas de pequeno tamanho, os ciclones de cilindro e cone de grande comprimento em relação ao diâmetro são mais eficazes; Para partículas de diâmetro superior a 60µm, como é o caso do pó de esmeril e politriz, serragem de madeira e fibras têxteis, recomendam-se os ciclones com diâmetro 3,5 a 5 vezes o diâmetro do duto de entrada de ar (Macintyre, 1990).

O secador *flash dryer* é usado para secagem eficiente, daqueles materiais que podem ser facilmente transportados pneumáticamente em grande volume. São utilizados em vários setores industriais como, agrícola e químico, para secagem de pós.

Para a maioria das aplicações de secagem em *flash dryer* a velocidade varia entre 15 e 30 m/s, e o secador poderá ter comprimento de 5 a 50 metros, tendo como tempo de secagem um curto período de tempo, em torno de 0,5 a 3,5s. (Mujumdar, 1995).

O grau de eficiência de um ciclone pode ser determinado a partir de rigorosos testes feitos em um ciclone, usando areia com massa específica de  $2.700,00 \text{ kg/m}^3$  com dimensões na faixa de 5 a  $210 \mu\text{m}$ , observa-se que a eficiência de um ciclone aumenta com o aumento da dimensão da partícula (Stairmaind, 1951).

As partículas sólidas em suspensão no ar, sob ação de força centrífuga, tendem a deslocar-se para a película de ar junto às paredes do ciclone. Em virtude do movimento helicoidal descendente assumido pelo ar e do escoamento de uma pequena vazão de ar pela parte inferior do cone, as partículas sólidas se encaminham para essa abertura do vértice do cone, sendo então captadas por sacos ou outros dispositivos. No ciclone, as partículas gasosas realizam, como foi dito, um movimento seguindo uma trajetória helicoidal, mas, ao atingirem o trecho inferior do cone, iniciam um movimento helicoidal ascendente, chegam ao cilindro por onde iniciaram o escoamento e saem pela boca superior do ciclone.

Estabelecem-se, assim, dois turbilhões no interior do ciclone: um periférico externo descendente e um central ascendente. (Macintyre. 1990).

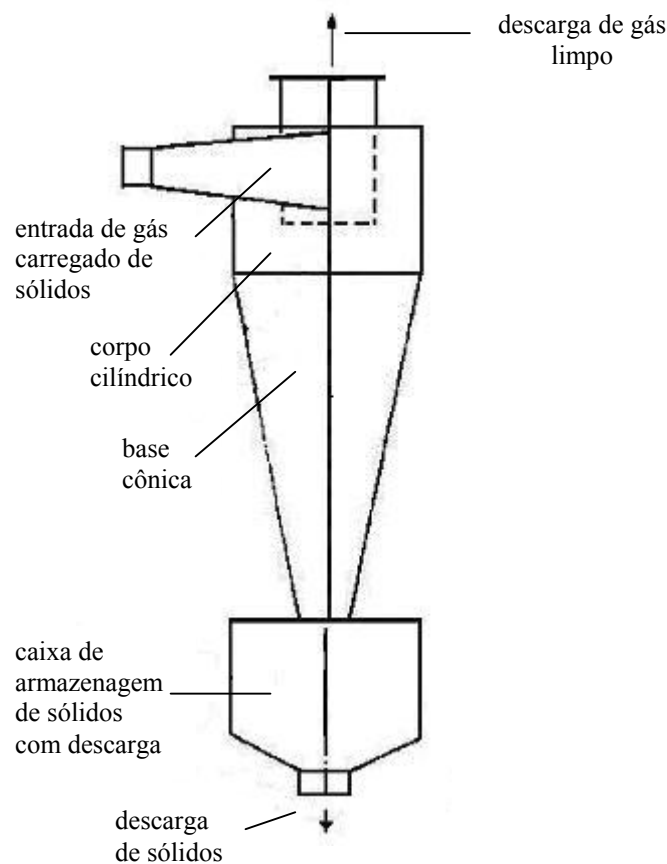


Figura 1. Ciclone simples coletor de sólidos  
fonte: Stairmaind, 1951

## 1. Material e Método

Na secagem e nos testes do ciclone foram utilizados a fécula de mandioca úmida, que é extraída após a ralagem e lavagem do tubérculo, seguido de uma decantação ou centrifugação. Em seguida a fécula é introduzida no sistema de alimentação do secador, com umidade de 40 e 45 % de U.B.S.. O equipamento de secagem mostrado na fig. 2 (escala de laboratório), é um modelo baseado em protótipos que já funcionam em fecularia de grande porte.

O ar é aquecido no trocador de calor, com resistores aletados, utilizando energia elétrica e admitido no ventilador juntamente com a fécula de mandioca, a qual é pulverizada pelas pás do ventilador sendo misturada com o ar (sistema fluidizado), em seguida a mistura ar e pó é transportada para o tubo de secagem. Depois de seca é conduzida para o ciclone onde ocorre a sua separação do ar. Em seguida vai para a caixa de coleta e o ar segue para a saída 2 do ciclone, como mostra a fig. 2.

O ciclone foi analisado com várias vazões de ar e fécula de mandioca, visando obter o máximo de eficiência na coleta, a fécula entra no ciclone com 12 a 13 % U.B.S. de umidade. O material das amostras foi coletado pôr sacos de

papel para aspirador de pó, para pesagem da massa de fécula seca separada do ar. Foram utilizados 100 gramas de fécula para cada amostra. Os ensaios foram feitos sem vazão de ar ( $V_{s3} = 0$ ) na saída 3, da caixa de coleta de fécula de mandioca, fig. 3, e com vazão de ar ( $V_{s3} = 0,20$  m/s), sendo  $V_{s3}$  a velocidade do ar na saída 3, permitindo assim uma pequena velocidade do ar na saída do ciclone para a caixa de coleta.

Observa-se que Stairmaind (1951) apresenta um ciclone com uma caixa de armazenagem de sólidos com descarga, veja fig. 1. No presente trabalho a caixa de coleta ( f ) foi planejada para coletar amostras de fécula de mandioca, para análise do teor de umidade final e também a coleta de amostras para analisar o funcionamento do ciclone em termos de rendimento global.

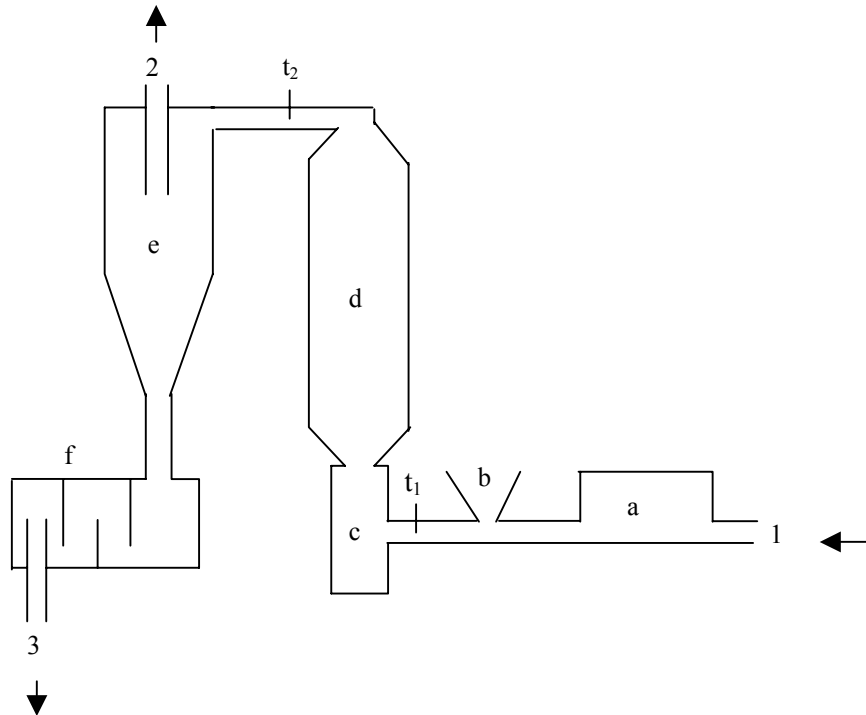


Figura 2. Esquema do sistema de secagem *Flash Dryer*. (Silva,2001)

a - fonte de calor; b - alimentação do secador; c - ventilador; d - tubo de secagem; e - ciclone coletor de fécula; f - caixa de coleta de fécula;  $t_1$  - termômetro na base do secador;  $t_2$  - termômetro no topo do secador; 1 - entrada de ar; 2 - saída de ar do ciclone; 3 - saída de ar na caixa de coleta de fécula

A Figura 3 mostra a caixa de coleta de pó com o saco para aspirador de pó, acoplado na entrada da caixa,. esse saco de papel é poroso permitindo que uma vazão de ar escoe pela saída 3 da caixa de coleta de pó, quando esta fica aberta, fechando-a o ar fica somente dentro da caixa de coleta de pó. Fazendo assim uma análise do rendimento global do ciclone, através da coleta de amostras, e se com ou sem vazão de ar na saída 3 pode haver influencia nos resultados.

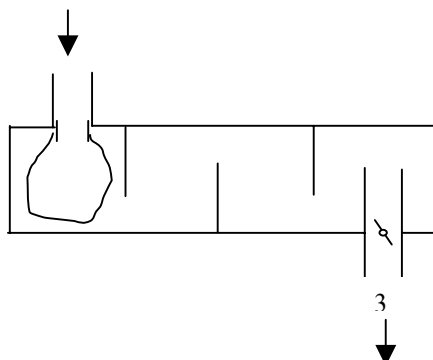


Figura 3. caixa de coleta fécula. (Silva, 2001)

Ciclones são usualmente os coletores primários nos secadores tipo *flash dryers*. Para partículas menores é necessário usar filtro de manga ou precipitadores após o ciclone para evitar altos prejuízos (Mujjundar, 1995).

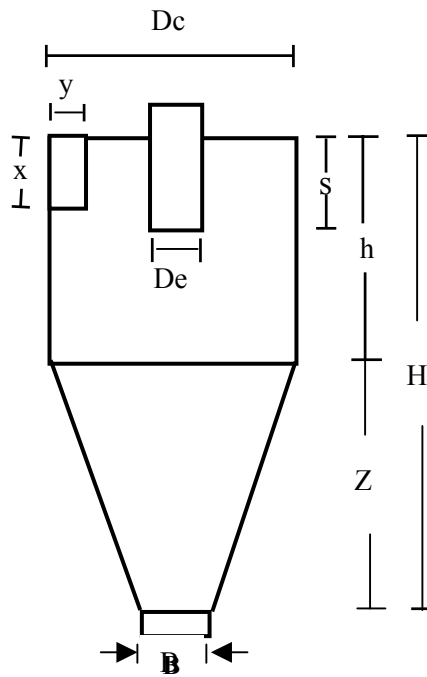


Figura 4. Ciclone tronco-cônico, modelo Lapple e Stairmand.

x – altura da seção de entrada do ciclone; y – largura da seção de entrada do ciclone; Dc – diâmetro do tronco do ciclone; De – diâmetro do duto de saída do ar do ciclone; B – diâmetro do duto de saída do pó do ciclone; h – altura da parte cilíndrica do ciclone; Z – altura da parte cônica do ciclone; H – altura total do ciclone; s - comprimento do tubo de saída

A avaliação do desempenho de ciclones foi feita utilizando o equacionamento proposto, pôr (Damasceno,1996; Massarani, 1991; Silva, 1986).

$$\frac{D^*}{D_c} = k \sqrt{\frac{\mu D_c}{Q(\rho_s - \rho_{ar})}} \frac{1}{\sqrt{4,8(1-\varepsilon)^2 - 3,8(1-\varepsilon)}} \quad (1)$$

D\* - é o diâmetro de corte do ciclone; Dc – diâmetro da parte cilíndrica do ciclone; k – parâmetro da equação; Q - vazão volumétrica de suspensão ar-sólido;  $\rho_{ar}$  - massa específica do ar;  $\rho_s$  - massa específica do sólido;  $\mu$  - viscosidade dinâmica do ar;  $\varepsilon$  - fração volumétrica de sólidos na alimentação.

Tabela 1. Relações entre as dimensões características do ciclone Lapple e Stairmand.

Dimensões	Geometria do ciclone	
	Lapple	Stairmand
y/Dc	0,25	0,20
De/Dc	0,50	0,50
x/Dc	0,50	0,50
h/Dc	2,00	1,50
s/Dc	0,62	0,50
Z/Dc	2,00	2,50
B/Dc	0,25	0,37
Inclinação da alimentação	0°	0°

Equação para a distribuição granulométrica:

$$X = 1 - \exp\left[-\left(\frac{D}{D'}\right)^n\right] \quad (2)$$

D – diâmetro da partícula; D' – parâmetro da equação (modelo RRB - Rosin Rammler Bennet); n – parâmetro da equação (modelo RRB); X – fração mássica de partículas com diâmetros menores que D. Equação que descreve a eficiência individual de coleta:

$$\eta = \frac{\left(\frac{D}{D^*}\right)^2}{1 + \left(\frac{D}{D^*}\right)^2} \quad (3)$$

$\eta$  - eficiência individual de coleta  
equação que dá a eficiência global de coleta do ciclone:

$$\bar{\eta} = \int_0^1 \eta dx = \frac{1,11n}{0,118 + n} \left(\frac{D'}{D^*}\right) \left[1,81 - 0,322n + \frac{D'}{D^*}\right] \quad (4)$$

$\bar{\eta}$  - eficiência global de coleta

Relação queda de pressão no ciclone

$$\beta = \frac{(-2\Delta P)}{\rho_g V^2} \quad (5)$$

$\beta$  – parâmetro do modelo;  $\rho_{ar}$  – massa específica do ar  $kg/m^3$  ;  $\Delta P$  – queda de pressão da mistura de ar e pó  $N/m^2$  ;

De acordo com a Eq.5.  $\beta = (-2\Delta P) / \rho_g V^2$ , a qual origina  $\Delta P = -(\beta \rho_g V^2) / 2$  pode-se observar que  $\Delta P$  é função da velocidade " V " do fluido. Quando se utiliza filtros de manga na saída do ciclone a velocidade do gás diminui, para aumentá-la novamente, devemos aumentar a pressão do ar utilizando mais potência no ventilador, mas para isso será necessário um maior consumo de energia fornecida ao ventilador. Portanto essa solução trará um aumento no consumo de energia.

Tabela 2. Parâmetro k e faixa de validade para o ciclone Lapple e Stairmand

Geometria do ciclone	k equação 1	V=Q/x*y
Lapple	0,095	5 a 20
Stairmand	0,041	10 a 30

Fonte: (Damasceno, 1996)

V- velocidade do fluido no duto de entrada do ciclone. (m/s)

Para efeito de comparação, foi utilizado dados adquiridos em experimentos realizados com material pulverulento originados no processamento de beneficiamento de arroz, os quais são muito próximos das características da fécula.

Os ensaios realizados para a caracterização física do material pulverulento emitido no processamento do arroz levaram aos seguintes resultados: Massa específica dos sólidos,  $\rho_s = 1,6g/cm^3$  ; Distribuição granulométrica do pó, determinada pela técnica da proveta (Silva ; Medronho, 1986).

$$X = 1 - \exp\left[-\left(\frac{D}{22,1}\right)^{1,09}\right] \quad (6)$$

D é dado em  $\mu\text{m}$

### 3. Resultados e discussão

#### 3.1 Velocidade do ar de secagem em função da temperatura

Tabela 3. Temperatura na entrada do ventilador e saída do secador, em relação à velocidade do ar de entrada no tubo de secagem e teores de umidade inicial e final das amostras.

V(m/s)	$\dot{m}$ kg/s	Temperatura			Fécula de Mandioca		$\delta_s$ ( kg/kg )
		Tb °C	Ti °C	Tf °C	% UB.S. inicial	% UB.S. final	
19,10	0,180	78	60	56	35	11,15	1,613
21,50	0,186	78	59	56	35	14,31	1,494
19,10	0,180	78	60	55	45	11,07	1,629
21,50	0,186	78	61	55	45	30,13	1,524
19,10	0,180	86	65	60	40	12,85	1,686
21,50	0,186	86	66	60	40	12,67	1,630

Tb - temperatura do ar na entrada do secador ( $t_1$ ); Ti - temperatura inicial do ar, antes do ensaio de secagem, no topo do secador ( $t_2$ ); Tf - temperatura final do ar, após a secagem, no topo do secador ( $t_2$ ); V - velocidade do ar na saída do tubo de secagem; %UB.S. - umidade da amostra em base seca;  $\dot{m}$  - vazão em massa do ar de secagem;  $\delta_s$  - kg de produto úmido por kg de produto seco.

Observa-se na tab. 3 que a velocidade ideal de eficiência de secagem não confere com a velocidade ideal de máxima eficiência do ciclone. Para solucionar esse problema é necessário aumentar a energia e a velocidade do ar de secagem ou construir outro ciclone com dimensões menores, adaptados as condições apresentadas.

#### 3.2 Eficiência global do ciclone

No ciclone, as medições de pesagem da matéria seca ocorreram à temperatura ambiente, 25 a 30 °C, com as massas de entrada previamente conhecidas, foram feitas as coletas e as pesagens das massas de saída da fécula na caixa de coleta em função das velocidades do ar de entrada no ciclone para se medir sua eficiência global. Foi coletada amostras na caixa de coleta com a saída (3) fechada e com esta aberta, permitindo fazer uma análise com e sem movimento de ar no interior da caixa, verificando se a forma de coletar o produto na saída do ciclone pode afetar o seu rendimento global.

Tabela 4. Medida da eficiência global do ciclone

Vazão mássica de sólidos Cs(kg/s)	Vazão em volume Q(m3/s)	Velocidade do ar V(m/s)	Saída (3) fechada Vs3 = 0 m/s % $\eta_e$	Saída (3) aberta Vs3 = 0,20 m/s % $\eta_e$
0,00175	0,1501	19,12	81,40	92,00
0,00175	0,1547	19,70	84,40	94,10
0,00175	0,1688	21,50	86,80	95,90
0,00175	0,1869	23,80	92,30	99,00

Cs - Fluxo de alimentação do secador; V - velocidade do ar na entrada do ciclone; % $\eta_e$  - eficiência de coleta da análise experimental do ciclone em porcentagem; Vs3 - velocidade do ar na saída 3 da caixa de coleta.

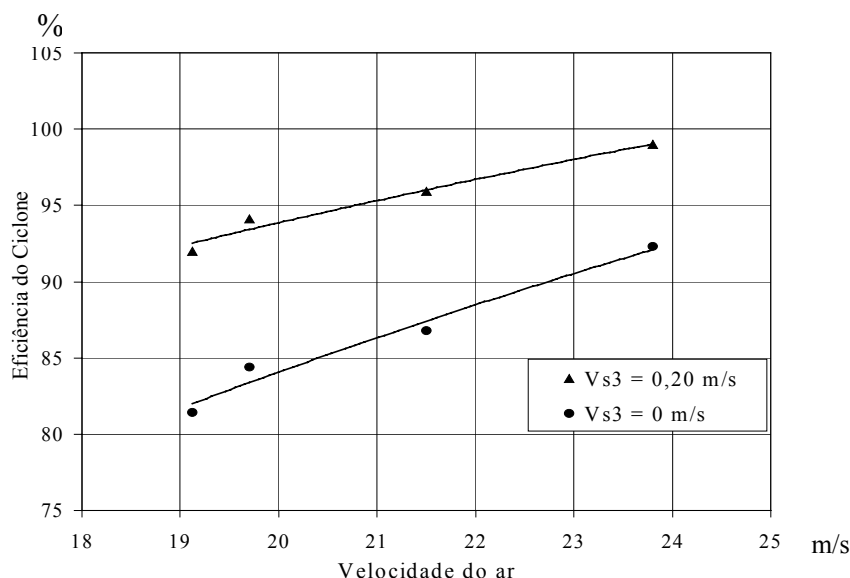


Figura 5 : Eficiência Global versus velocidade do ar de secagem com os dados da tabela 4

Observa-se que a eficiência do ciclone foi maior para a velocidade do ar de 23,80 m/s, na entrada do ciclone, tendo um máximo rendimento. Quando se permite uma velocidade do ar de 0,20 m/s na saída (3) da caixa de coleta de fécula, mostrada na fig. 3. A eficiência do ciclone subiu significativamente como se vê na fig. 5, isso mostra que uma pequena vazão de ar na saída (3) influencia na separação dos dois turbilhões formados no interior do ciclone, onde ocorre a separação de ar e pó. Quando Vs3 = 0 m/s o rendimento do ciclone foi menor.

Usando a velocidade de menor eficiência do ciclone, pode-se calcular as dimensões ideais deste segundo (Macinture, 1990).

$$D_C = \sqrt{\frac{Q}{300,000}} \tag{7}$$

Tabela 5. Comparação entre as dimensões do ciclone usado do secador *flash dryer* e o ciclone calculado segundo Macinture(1990)

Dimensões do ciclone	Dimensões do ciclone do secador <i>flash dryer</i> (m)	Dimensões em metros do ciclone calculadas segundo Macintyre (1990)	
Dc	0,35	Dc	0,305
De	0,10	0,50Dc	0,153
d	0,10	-	-
s	0,42	0,50Dc	0,153
h	0,32	1,50Dc	0,456
H	0,82	-	-
B	0,08	-	-
a	-	0,50Dc	0,153
b	-	0,20Dc	0,061

O diâmetro de corte da partícula de amido e a eficiência global, foram calculadas usando um programa em Fortran Powerstation.

Não encontrando na literatura dados teóricos e experimentais, de separação de fécula do ar com ciclone, usamos os dados de material pulverulento emitido em usinas de beneficiamento de arroz, que tem massa específica e diâmetro próximos do amido da mandioca, para verificar o modelo matemático.

Tabela 6. Comparação do desempenho do ciclone Lapple na separação de pó de arroz do ar, com outro ciclone Lapple, na separação de fécula de mandioca do ar.

Análise Teórica								Análise Experimental		
DAMASCENO, J.J.R.				SILVA, E.F.				SILVA, E.F.		
Q	D*	V	$\bar{n}$	Q	D*	V	$\bar{n}$	Q	V	$\bar{n}$
$m^3.s^{-1}$	$\mu m$	m/s	%	$m^3.s^{-1}$	$\mu m$	m/s	%	$m^3.s^{-1}$	m/s	%
$D_c = 0,22 m$				$D_c = 0,35 m$						
0,10	2,85	20,00	85,60	0,187	5,114	23,80	74,20	0,187	23,80	92,30
0,09	3,01	18,00	84,80	0,169	5,379	21,50	73,24	0,169	21,50	86,80
0,08	3,19	16,00	84,10	0,155	5,618	19,70	72,40	0,155	19,70	84,40
0,07	3,41	14,00	83,10	0,150	5,710	19,12	72,08	0,150	19,12	81,40
0,06	3,68	12,00	82,10							
0,05	4,03	10,00	80,50							
0,04	4,51	8,00	78,60							
0,03	5,21	6,00	75,90							
0,02	5,70	5,00	74,10							
$D_c = 0,22 m$				$D_c = 0,305 m$						
0,10	2,85	20,00	85,60	0,187	4,160	23,80	77,87	-	-	-
0,09	3,01	18,00	84,80	0,169	4,376	21,50	77,01	-	-	-
0,08	3,19	16,00	84,10	0,155	4,569	19,70	76,25	-	-	-
0,07	3,41	14,00	83,10	0,150	4,645	19,12	75,96	-	-	-

Com os dados de secagem apresentados na tab. 3 verifica-se que a velocidade melhor para secagem é de 19,10 m/s, que não coincide com a velocidade de fluxo de ar no ciclone que proporciona um máximo rendimento global. Pode-se observar que o diâmetro ideal para o ciclone do Sistema *Flash Dryer* (objeto de estudo) seja de 0,305m e que se submetido a uma análise teórica, veja Tab. 5 e 6, proporciona um maior rendimento global do ciclone. Isso confirma que o diâmetro de 0,35 m do ciclone submetido aos testes neste trabalho, está acima do ideal operando com a velocidade do ar de 19,10 m/s. Se for construído um ciclone com diâmetro menor, ele pode apresentar maior eficiência global de coleta. Pode-se ainda aumentar a altura do tubo de secagem, proporcionando um maior tempo de residência da fécula de mandioca no tubo de secagem com o fluxo de ar na velocidade do ar de 23,80 m/s.

#### 4. Conclusões

A eficiência do ciclone foi maior para a velocidade do ar de 23,80 m/s, tendo um máximo rendimento. Quando se permite uma saída de ar na caixa de coleta de fécula com velocidade do ar de 0,20 m/s a eficiência global subiu quase a 100% mostrando que uma pequena vazão de ar na saída (3) da caixa de coleta de fécula influencia nos dois turbilhões formados no interior do ciclone, onde ocorre a separação de ar e pó, porque o rendimento foi menor quando não se permitiu nenhuma vazão na saída (3). Parece que uma pequena alteração que se faz na forma, volume e dinâmica do ar no recipiente de coleta de pó adaptado à saída do ciclone pode-se alterar a eficiência global deste.

Para obter eficiência de coleta mais alta é recomendável o uso de filtros de mangas em série à bateria de ciclones. Tal providência, embora promovendo uma melhora, aumentará substancialmente a variação de pressão total e conseqüentemente uma maior consumo de energia no ventilador para aumentar a velocidade do fluxo de ar.

Para melhorar a eficiência do ciclone e do secador, em estudo, deve-se fazer alterações no ciclone e/ou no tubo de secagem, indicadas a seguir:

- Construir um ciclone com um diâmetro em torno de 0,305 m.
- Aumentar o comprimento do tubo de secagem em função do diâmetro.
- Fazer isolamento térmico nos tubos que conduzem a mistura ar/fécula.
- Efetuar leituras com a variação de rotação do ventilador analisando o comportamento do sistema *flash-dryer*.



## 5 Agradecimentos

À FAPEMIG – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais, a UEMG - Universidade do Estado de Minas Gerais, a FEIT - Fundação Educacional de Ituiutaba, ao ISEPI - Instituto Superior de Ensino e Pesquisa de Ituiutaba, e a UNESP - Universidade Estadual Paulista campus de Guaratinguetá, por terem possibilitado a realização deste trabalho.

## 6. Referências

- Damasceno, J.J.R., 1996, " Estudo Comparativo do Desempenho de Ciclones para Limpeza de Ar em Usinas de Beneficiamento de Arroz ", SBEA- Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, v.16, n.2, dezembro, Jaboticabal-SP, Brasil, pp. 77-84.
- Lapple, C.E., 1950, " Dust and mist collection. In: PERRY, J.H. The Chemical Engineering Handbook ". 3. ed. New York: Mc Graw-Hill, p. 1013-50.
- Macintyre, T.C., 1990, "Ventilação Industrial e Controle da Poluição", Ed. Guanabara , 2 ed. Rio de Janeiro. RJ, 1990, 403p..
- Massarani, G., 1991, "Projeto e Análise do Desempenho de Ciclones e Hidrociclones II ". Revista Brasileira de Engenharia - Caderno de Engenharia Química, v.2, p. 83-93.
- Mujumdar, A. S., 1995 "Handbook of industrial drying". 2 ed. New York: Dekker, 2 v.
- Souza, D.R.C., 1995, "Software Aplicativo Para Simulação de Ciclone Através de Métodos empíricos ou Semiempíricos", Revista Brasileira de Engenharia Química, p.27-34, novembro.
- Silva, M.A.P., Medronho, R.A., 1986, " Um Método Simples de Distribuição Granulométrica ", In: ENCONTRO SOBRE ESCOAMENTO EM MEIOS POROSOS, 14, Anais, Campinas, p. 267-275.
- Silva, E.F., 2001, " Análise Teórica e Experimental de um Secador *Flash Dryer* " , 2001. 75f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá.
- Silva, E.F., Antunes, J.S., Carrocci. L.R., 2001, "Análise Teórica e Experimental de um Ciclone Tronco Cônico, para Separar Fécula de Mandioca do Ar de Secagem, em um Secador *Flash Dryer* ", Jornada 2001, IV Jornada de Iniciação Científica e de Pós-Graduação da Faculdade de Engenharia da UNESP, CD-ROM, UNESP - Universidade Estadual Paulista Campus de Guaratinguetá.
- Stairmand, C.J., 1951, " Design and performance of cyclone separators" Trans. Instn. Chem. Engrs., v.29, p. 357 - 383.

### **ANALYSIS OF THE EFFICIENCY IN A TRUNK CONE CYCLONE, FOR SEPARATION OF CASSAVA STARCH OF THE AIR IN A FLASH DRYER**

Edelweiss Felix da Silva  
UNESP – UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE ENGENHARIA – CAMPUS DE GUARATINGUETA  
Pós-Graduação em Engenharia Mecânica Área de Concentração: Transmissão e Conversão de Energia  
Av. Ariberto Pereira da Cunha, 333, caixa postal 205  
CEP: 12.516-410 Guaratinguetá SP  
edelweis@feg.unesp.br

Luiz Roberto Carrocci  
UNESP – UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE ENGENHARIA – CAMPUS DE GUARATINGUETA  
Pós-Graduação em Engenharia Mecânica Área de Concentração: Transmissão e Conversão de Energia  
Av. Ariberto Pereira da Cunha, 333, caixa postal 205  
CEP: 12.516-410 Guaratinguetá SP  
carrocci@feg.unesp.br

### **Abstract**

During the production of some types of foods, the carrier and the industrial processing provokes losses of products (mass) for the way. Energy in considerable amounts is spent to produce foods, therefore, it becomes essential to diminish the losses. Which implies in the production fall. In this article the global income of collection in a trunk cone cyclone are analyzed, using cassava starch, as product for drying. This analysis aims at to consider improvements to magnify the income of the cyclone. During the accomplishment of the experiments, it varied outflow of air in the system, with a tax of constant feed of starch. With this an analysis of performance of the cyclone and its global efficiency of collection can be made. The income of the cyclone was analyzed by equations theoretically customized the readinneses, which had generated the experimental results.

Keywords: Cyclone, cassava starch, drying, flash dryer, starch.