



DESEMPENHO DA MOAGEM EM FORMULAÇÕES DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS

L. B. IDALÓ¹

¹ Universidade de Uberaba, Graduanda em Engenharia Química.

RESUMO – A moagem é uma das principais operações unitárias existentes em um processo industrial, a mesma visa a redução do tamanho de partículas do material. Ao passar dos anos, as formulações na indústria de agrotóxicos tornam-se mais modernas e eficientes, porém não basta focar somente nas fórmulas. Atualmente os grandes projetos de desenvolvimento estão empenhados em analisar os diferentes parâmetros de operação dos equipamentos envolvidos na produção de um defensivo agrícola, para otimização do processo, menos gasto energético e melhoria na produtividade. O objetivo e a relevância deste trabalho é selecionar a melhor velocidade de operação, garantindo desempenho eficiente na redução do tempo de residência na moagem para otimizar tecnicamente o tamanho de partícula desejada.

1. INTRODUÇÃO

As indústrias de produtos para a agricultura buscam cada vez mais, uma formulação adequada para garantir maior eficiência e segurança para o agricultor durante sua aplicação na lavoura, e conseqüentemente, ao combate no controle de pragas.

Atualmente as indústrias de defensivos agrícolas é caracterizada como parte da indústria química fina. Essa denominação deve-se ao fato da produção relativamente pequena de agroquímicos, com um alto valor agregado (FRENKEL; SILVEIRA, 1996). É uma indústria que utiliza moléculas de estrutura química complexa, atribuída a uma atividade como, praguicida, fungicida, herbicida ou reguladora de crescimento (SILVEIRA, 1993).

Os herbicidas são os pesticidas em que mais se utiliza na atividade agropecuária, proporcionando o controle efetivo das espécies vegetais (PIRES; *et al*, 2008).

Segundo Costa e Silva, (2012) as formulações de agroquímicos possuem oportunidades econômicas devido à amplitude de desenvolvimento em torno de uma mesma molécula química, conhecida como princípio ativo. O ingrediente ativo encontra-se diluído com ingredientes inertes,

cuja função é facilitar sua dispersão ou penetração, intoxicando o organismo alvo (SCHIESARI, 2012).

Utilizou-se o ingrediente ativo Tebutiuron (*Tebuthiuron*), classificado como Herbicida, é um composto do grupo químico da ureia, responsável pelas características físicas e químicas do produto acabado. Através da fórmula desenvolvida é especificado a qual concentração o mesmo será comercializado.

Na formulação do Herbicida em estudo, o ingrediente ativo passa por um processo de moagem no moinho de esferas, formando uma suspensão concentrada, ou seja, diluição do princípio ativo em um veículo líquido. No entanto, este processo interfere essencialmente na eficiência e qualidade de um defensivo agrícola.

A moagem é uma operação unitária que visa a redução no tamanho das partículas que são reduzidos pela força de impacto, compressão ou abrasão (NORTON, 1973).

O moinho utilizado foi em via úmida no qual é efetuada adição de água ao sólido a ser reduzido de tamanho. Esta operação é bastante vantajosa por ser fácil de instalar e operar, porém possui maior desgaste no revestimento podendo causar corrosão por ação da água.

Através de todo um projeto de pesquisa e tecnologia são iniciados os testes em bancadas laboratorial, toxicidade e aplicação no campo, que estabelecem os parâmetros do produto final, para finalmente serem registrados pelos órgãos regulamentadores. Na formulação em estudo, a especificação registrada para granulometria ficou determinada no tamanho menor ou igual a 12 μm .

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 MOINHO DE ESFERAS

O equipamento utilizado no experimento é um moinho de esferas, do modelo MiniZeta II E ® fabricado pela empresa NETZSCH, preenchendo 80% da capacidade da câmara de moagem do moinho. Uma imagem do equipamento pode ser vista na Figura 1.



Figura 1: Moinho de Esferas–MiniZeta II E ®.

Fonte: Acervo do Autor.

Este moinho possui um sistema de microesferas com agitador, no qual um eixo agitador movimenta os elementos de moagem no recipiente. Sendo assim, obtêm-se as seguintes características:

- Capacidade para processar de 250 – 500 mL de produto;
- Tamanho das Esferas: 0,5 a 2 mm;
- Folga rotativa anular com anéis separadores de carbureto de tungstênio com ranhuras de largura 0,15 mm;
- Alto rendimento de moagem;
- Faixa de granulometria muito estreita;
- Pouco esforço do sistema de moagem;
- Tamanho da esfera utilizada: 0,8 mm.

2.2 ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

As análises de tamanho de partículas foram realizadas nesse experimento usando o equipamento Mastersizer 2000 - Malvern ®. Utilizado para fazer o acompanhamento da moagem para obter uma melhor performance do produto acabado, dando suporte necessário para especificação do tempo de moagem. A imagem do equipamento pode ser vista na Figura 2.



Figura 2: Granulômetro Mastersizer 2000 - Malvern ®.

Fonte: Acervo do Autor.

O equipamento utiliza a técnica de difração laser para medir o tamanho das partículas. Para isso, ele mede a intensidade da luz espalhada à medida que um feixe de laser interage com as partículas dispersas da amostra. Esses dados são analisados para calcular a distribuição do tamanho das partículas obtidas a partir do padrão de espalhamento gerado (MALVERN, 2014).

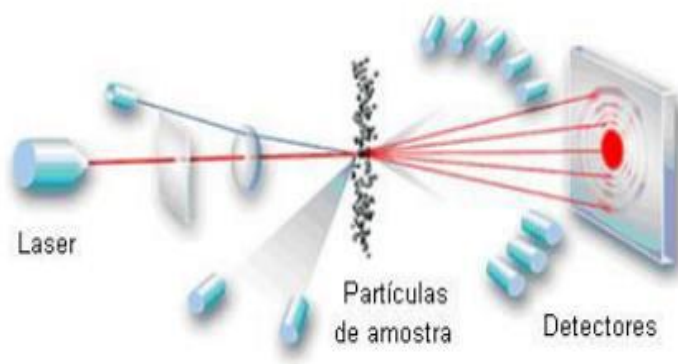


Figura 3: Esquema de funcionamento de espectroscopia de difração a laser (Malvern).

Fonte: Lacerda (2008).

2.3 EQUIPAMENTOS

- Balança analítica Mettler Toledo modelo AL204, capacidade máxima de 210 g e mínima de 0,0001 g, tensão de 220 V.
- Agitador mecânico Marca: Ika Modelo: RW 20 digital. Equipamento utilizado para formulações líquida, contendo diversas hélices para aplicação.



- Bastão de plástico.
- Becker 4 L e 0,6 L.
- Banho Termostatizado a 10 °C.
- Cronômetro.

2.4 EXPERIMENTO

- Inicialmente foi realizado uma formulação de Suspensão Concentrada de Tebutiuron, com as seguintes composições: 44,62% Ativo, 5% Anti Congelante, 2% Umectante, 3% Dispersante, 1% Anti espumante, 0,5% Bactericida, 10% Espessante e 33,88% Água para um volume de 4000 mL;
- Em seguida, o moinho utilizado foi preenchido com 80% de Esferas de Zircônio, conforme figura 4;



Figura 4: Moinho sendo preenchido com 80% de Esferas de Zircônio.
Fonte: Acervo do Autor.

- Então, 20% da suspensão concentrada foi adicionado ao moinho, conforme figura 5;



Figura 5: Moinho sendo preenchido com a Formulação de Suspensão Concentrada.

Fonte: Acervo do Autor.

- Foram realizados os ensaios de Moagem variando as rotações em: 1500 rpm, 2000 rpm, 2500 rpm e 3000 rpm;
- Cada Moagem foi retirado uma alíquota de produto nos seguintes tempos: 1,2,3,4,5,6,7,8,9 e 10 minutos.

Na Figura 6, podemos visualizar as alíquotas retiradas durante o processo de Moagem de 1500 rpm, para análise de tamanho de partícula. Estas alíquotas também foram retiradas para as outras rotações.



Figura 6: Alíquotas para análise de tamanho de partícula de cada experimento.

Fonte: Acervo do Autor.

A figura 7, apresenta a identificação do moinho utilizado nos experimentos.



Figura 7: Identificações do Moinho MiniZeta II E (1 – Banho Termostatizado; 2 – Painel de Controle; 3 – Recipiente Coletor; 4 –Câmara de Moenda; 5 –Motor).

Fonte: Acervo do Autor.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para organização do experimento, as amostras foram identificadas da seguinte forma:

- Tebutiuron Técnico;
- Formulação SC (Suspensão Concentrada) - Antes da Moagem;
- Formulação SC 1500 rpm 1min a 10min;
- Formulação SC 2000 rpm 1min a 10min;
- Formulação SC 2500 rpm 1min a 10min;
- Formulação SC 3000 rpm 1min a 4 min.



Segue tabela com os resultados obtidos:

Tabela 1: Resultado das análises granulométricas em determinada rpm.

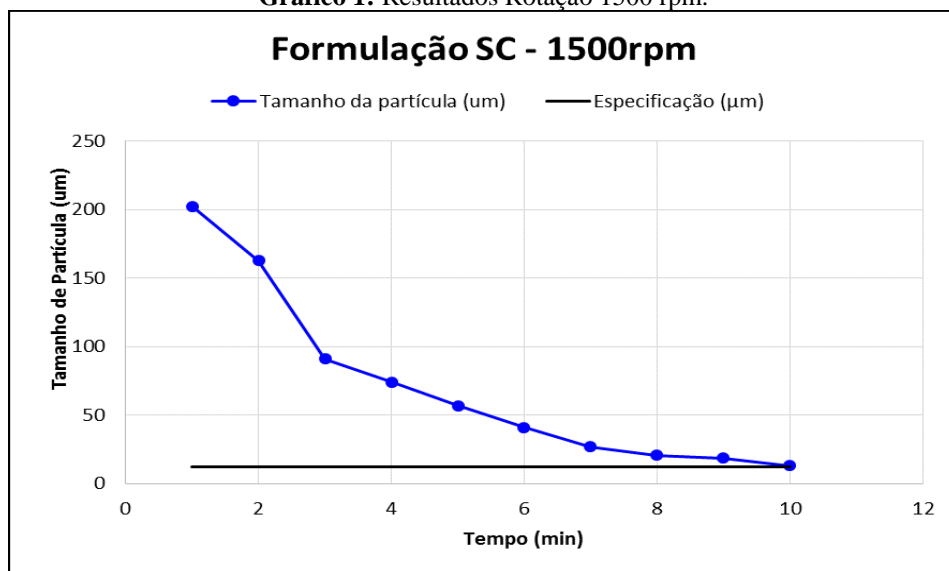
Tempo (min)	Granulometria (μm) X Rotação por minuto (rpm)			
	1500 rpm	2000 rpm	2500 rpm	3000 rpm
1	202,564	194,011	21,512	19,297
2	162,888	74,529	14,571	15,047
3	90,844	23,972	10,856	8,892
4	74,089	14,999	9,541	6,882
5	56,972	13,479	7,877	*
6	41,047	11,094	6,819	*
7	26,866	10,343	5,926	*
8	20,473	9,663	5,897	*
9	18,371	9,123	5,304	*
10	13,155	7,633	5,096	*

Fonte: Autor.

*Não foi possível continuar os testes de 5 a 10 minutos na Rotação de 3000 rpm, pois a suspensão, reologicamente, obstruiu as saídas do moinho. O fluido deve comportar-se como um fluido não newtoniano dilatante. Com o aumento da tensão de cisalhamento (com maiores rotações), a viscosidade aparente aumenta.

Seguem os gráficos com os resultados obtidos:

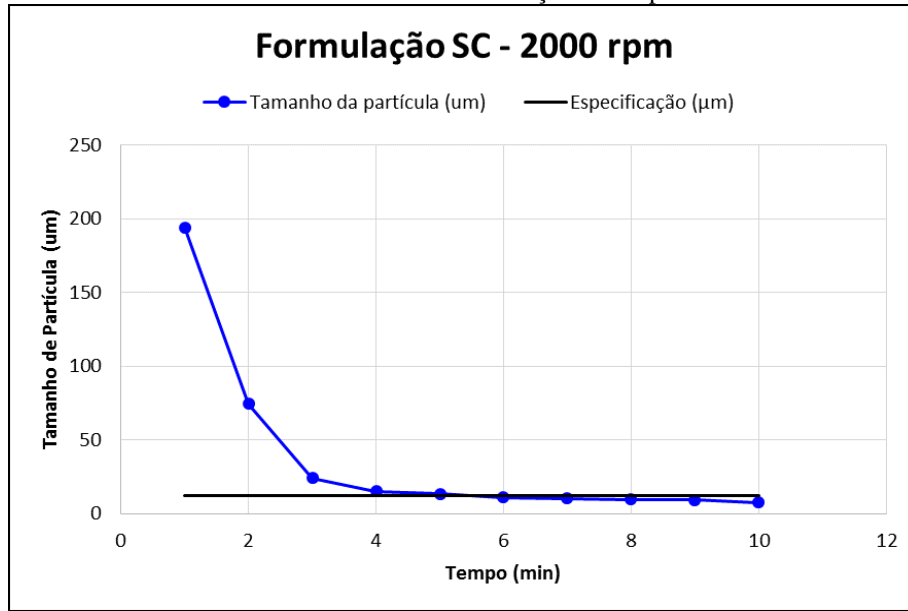
Gráfico 1: Resultados Rotação 1500 rpm.



Fonte: Autor.

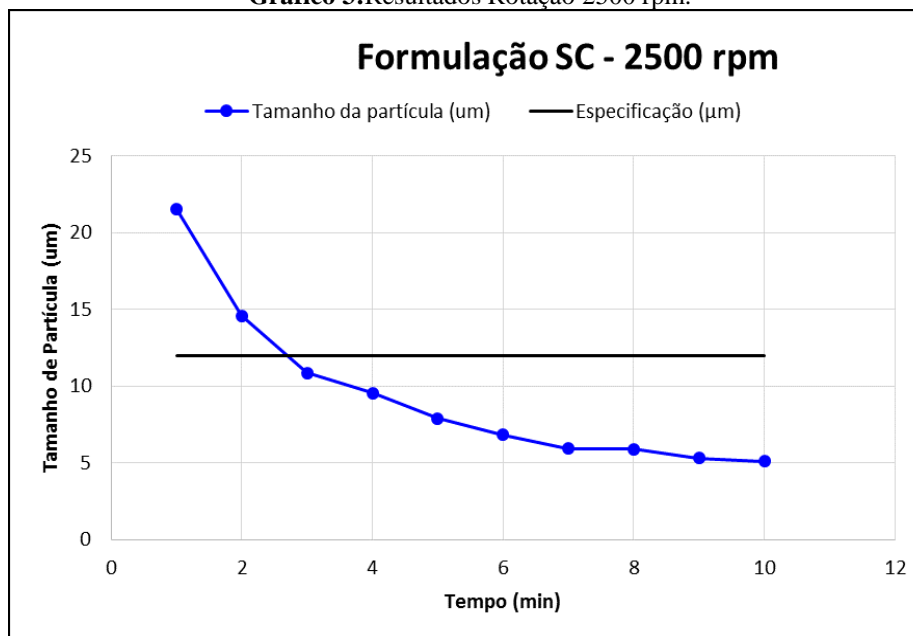


Gráfico 2: Resultados Rotação 2000 rpm.



Fonte: Autor.

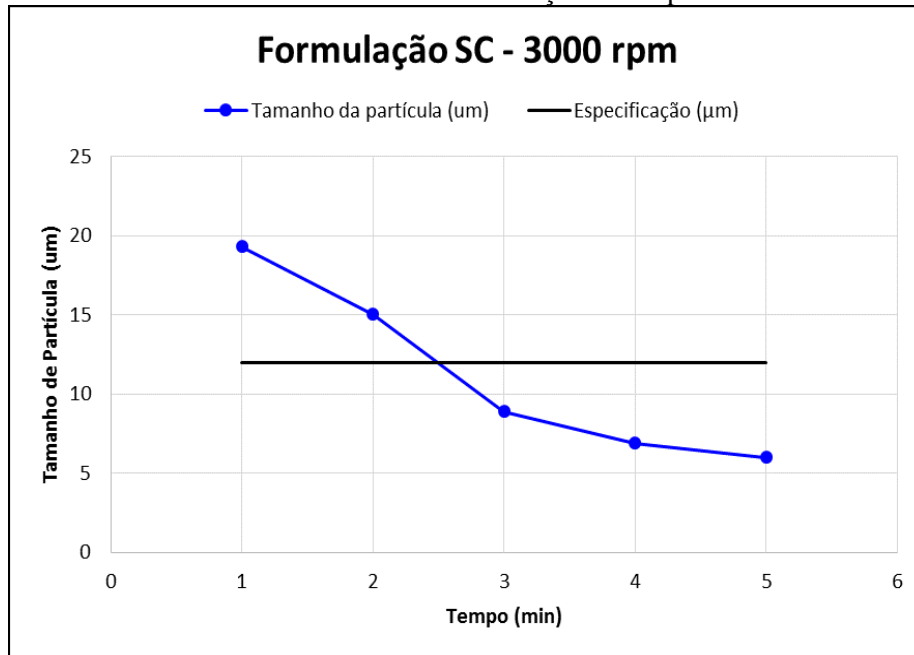
Gráfico 3: Resultados Rotação 2500 rpm.



Fonte: Autor.



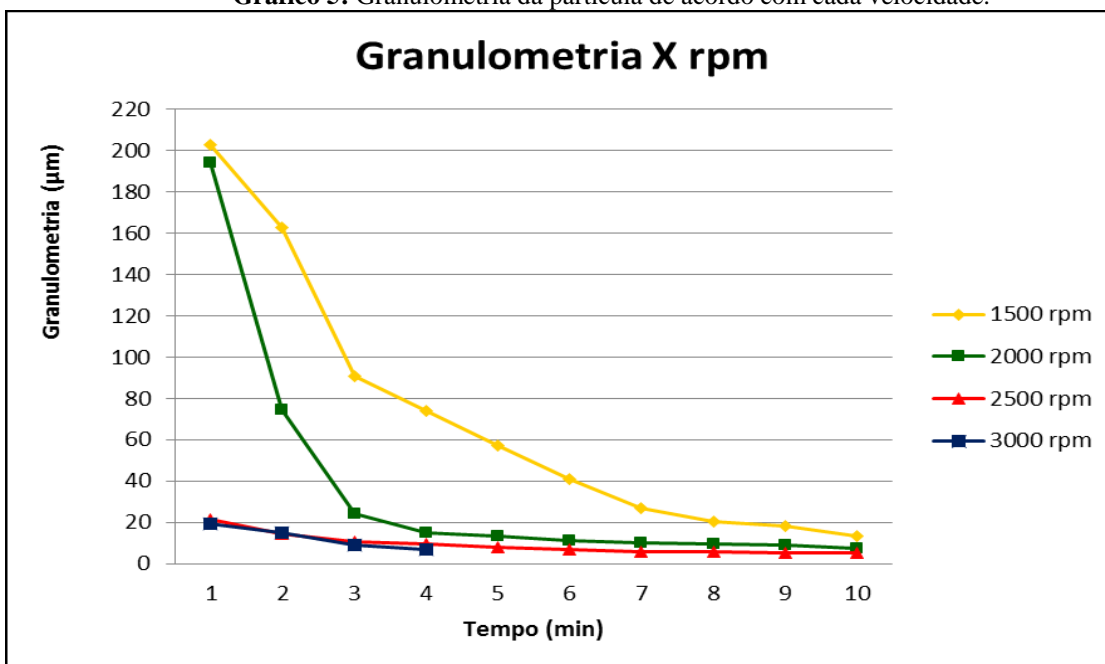
Gráfico 4: Resultados Rotação 3000 rpm.



Fonte: Autor.

O gráfico 5 apresenta um comparativo da granulometria da partícula em cada faixa de velocidade.

Gráfico 5: Granulometria da partícula de acordo com cada velocidade.



Fonte: Autor.



4. CONCLUSÃO

A moagem é uma operação unitária, na qual sua finalidade é reduzir o tamanho de partícula. Na utilização do Moinho MiniZeta II E com 80% de esferas e 20% do produto a ser moído, variou-se as velocidades de trabalho de 1500 rpm a 3000 rpm para selecionar a velocidade mais adequada e obter o tamanho de partícula desejado em menor tempo de moagem.

De acordo com os experimentos realizados neste trabalho o melhor desempenho foi em 2500 rpm que chegou ao tamanho especificado em 3 minutos que foi de 10,856 μ m. Na operação a 1500 rpm não conseguiu chegar ao resultado, pois na última medida encontrou-se 13,155 μ m, já a de 2000 rpm foi com 6 minutos obteve-se 11,094 μ m e o de 3000 rpm em 3 minutos foi 8,892 μ m, porém com a velocidade de trabalho de 3000 rpm não foi possível continuar os testes de 5 a 10 minutos na Rotação de 3000 rpm, pois a suspensão, reologicamente, obstruiu as saídas do moinho. O fluido deve comportar-se como um fluido não newtoniano dilatante. Com o aumento da tensão de cisalhamento (com maiores rotações), a viscosidade aparente aumenta. Levando para situações em escalas industriais, não seria uma boa alternativa, pois teríamos otimização no processo de Moagem, mas seria gerado mais gastos com paradas na limpeza da planta.

5. REFERÊNCIAS

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **T05 – Tebutiurom**. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117782/Microsoft%2BWord%2B-%2BT05%2B%2BTebutiurum.pdf/7bed5549-cd97-417b-9a55-298a5370cb6f>>. Acesso em: 22 Abr. 2017.

COSTA, L. M. da; SILVA, M. F. de O. e. **A indústria de defensivos agrícolas**. BNDES. Setorial 35, p233 – 276. 2012.

CRQ, Conselho Regional de Química – IV Região. **Defensivos Agrícolas**. Disponível em: <http://www.crq4.org.br/quimica_viva__defensivos_agricolas>. Acesso em: 22 Abr. 2017.

DALTIN, D. **Tensoativos: Química, Propriedades e Aplicações**. Ed. Edgar Blucher. 2011.

EMBRAPA, **Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos**. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pessego/PessegoMesaRegiaoSerraGaucha/defensi.htm>>. 2003. Acesso em: 01 Mar. 2017.



FIGUEIRA, H. V. O.; ALMEIDA S. L. M.; LUZ, A. B.; Cominuição; In: **Tratamento de Minérios**. Rio de Janeiro. Centro de Tecnologia Mineral, 2004; Capítulo quatro.

FRENKEL, Jacob; SILVEIRA, José M. **Tarifas, Preços e a Estrutura Industrial os Insumos Agrícolas: O caso dos Defensivos**. IPEA. 1996.

LACERDA, Liziane Dantas. **Avaliação das propriedades físico-químicas de proteínas isoladas de soja, amido e glúten e suas misturas**. 2008. 91 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Química, Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

MALVERN (Reino Unido). **Mastersizer 2000**. Disponível em: <<http://www.malvern.com/br/products/product-range/mastersizer-range/mastersizer-2000/default.aspx>>. Acesso em: 20 Abr. 2017.

MALVERN. **Mastersizer 2000: User Manual**. England, 2007. 120 p.

NETZSCH (Pomerode). **Moinho de Impacto Condux® 60**. Disponível em: <<http://www.netzsch-grinding.com/pt/produtos-solucoes/moagem-a-seco/moinho-de-impacto-condux-60.html#!tabs/dados-tecnicos>>. Acesso em: 25 Abr. 2017.

NORTON, F.H. 1973. **Introdução à tecnologia cerâmica**. Trad. SOUZA, J. V. São Paulo. Ed. Edgar Blücher Ltda. 1973, 324 p. 203.

PIRES, Fábio R.; *et al.* **Avaliação da fitorremediação de tebuthiuron utilizando *crotalariajuncea* como planta indicadora**. Revista Ciências Agrônômicas. Fortaleza. p. 245-250. 2008.

SCHIESARI, Luis. **Defensivos agrícolas: como evitar danos à saúde e ao meio ambiente**. IPAM. Vol. 8. 2012.

SILVEIRA, J. M.J. da. **Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira**. 1993.