

Parâmetros físicos e qualidade de fertilizantes minerais nas indústrias do Brasil

Physical parameters and quality of mineral fertilizers in industries in Brazil

Parámetros físicos y calidad de fertilizantes minerales en industrias de Brasil

Recebido: 23/04/2022 | Revisado: 01/05/2022 | Aceito: 04/05/2022 | Publicado: 07/05/2022

Julyanna Nascimento Ferreira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0512-3662>
Universidade Estadual do Maranhão, Brasil
E-mail: julyannaferreira@aluno.uema.br

Romeu Sousa Ferreira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3416-0152>
Universidade Estadual do Maranhão, Brasil
E-mail: romeuferreira1@aluno.uema.br

Flávia Ferreira Chaves

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6817-5884>
Universidade Estadual do Maranhão, Brasil
E-mail: flaviachaves1@aluno.uema.br

Denise Maria Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8886-6439>
Instituto Dom José de Educação e Cultura IDJ/UVA, Brasil
E-mail: deniseufc@yahoo.com.br

Amanda de Lira Freitas

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1625-8180>
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil
E-mail: amanda.27.lira@gmail.com

Alexsandro Gonçalves Pacheco

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1888-0360>
Universidade Federal de Alagoas, Brasil
E-mail: alex.pacheco@live.com

Álvaro Martins de Carvalho Filho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5733-367X>
Instituto Dom José de Educação e Cultura IDJ/UVA, Brasil
E-mail: alvaro_martins@me.com

Maria José de Holanda Leite

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4154-3901>
Universidade Estadual do Maranhão, Brasil
E-mail: maryholanda@gmail.com

Resumo

Atualmente o Brasil é o quarto país que mais utiliza consome fertilizante, ficando apenas atrás dos países como Estados Unidos, Índia e China, sendo o principal nutriente utilizado pelo Brasil é o fósforo O uso dos fertilizantes é indispensável para a agricultura mundial. Sendo que cada tonelada de fertilizante mineral aplicado em um hectare, de acordo com princípios que permitam sua máxima eficiência, equivale à produção de quatro novos hectares sem adubação. O fertilizante é uma substância mineral ou orgânica, natural ou sintética, fornecedora de um ou mais nutrientes de plantas. Em 2020 foram entregues ao mercado nacional 40.564.138 milhões de toneladas de fertilizantes uma alta de 12% em relação ao ano anterior. Os fertilizantes podem ser encontrados em três estados, sendo eles sólidos (o mais encontrado no Brasil), líquidos ou gasosos. As características de qualidade dos fertilizantes minerais podem ser classificadas quanto a sua natureza em: características de natureza física, química e físico química. As características de natureza física dos fertilizantes minerais são: o estado físico, a granulometria, dureza e densidade. A eficiência dos fertilizantes está intimamente relacionada com as características físicas.

Palavras-chave: Insumos agrícolas; Características físicas; Controle de qualidade.

Abstract

Currently, Brazil is the fourth country that most uses fertilizer, behind only countries such as the United States, India and China, and the main nutrient used by Brazil is phosphorus The use of fertilizers is essential for world agriculture. Since each ton of mineral fertilizer applied to one hectare, according to principles that allow maximum efficiency, is equivalent to the production of four new hectares without fertilization. Fertilizer is a mineral or organic substance, natural or synthetic, providing one or more plant nutrients. In 2020, 40,564,138 million tons of fertilizers were delivered to the national market, an increase of 12% compared to the previous year. Fertilizers can be found in three states, being solid (the most found in Brazil), liquid or gas. The quality characteristics of mineral fertilizers can be

classified according to their nature into: physical, chemical and physical chemical characteristics. The physical characteristics of mineral fertilizers are: physical state, granulometry, hardness and density. Fertilizer efficiency is closely related to physical characteristics.

Keywords: Agricultural inputs; Physical characteristics; Quality control.

Resumen

Atualmente, Brasil es el cuarto país que más utiliza fertilizantes, solo por detrás de países como Estados Unidos, India y China, y el principal nutriente utilizado por Brasil es el fósforo. El uso de fertilizantes es fundamental para la agricultura mundial. Ya que cada tonelada de fertilizante mineral aplicada a una hectárea, según principios que permitan la máxima eficiencia, equivale a la producción de cuatro nuevas hectáreas sin fertilizar. Fertilizante es una sustancia mineral u orgánica, natural o sintética, que proporciona uno o más nutrientes a las plantas. En 2020 se entregaron al mercado nacional 40.564.138 millones de toneladas de fertilizantes, un 12% más que el año anterior. Los fertilizantes se pueden encontrar en tres estados, siendo sólidos (los más encontrados en Brasil), líquidos o gaseosos. Las características cualitativas de los fertilizantes minerales se pueden clasificar según su naturaleza en: características físicas, químicas y físico químicas. Las características físicas de los fertilizantes minerales son: estado físico, granulometría, dureza y densidad. La eficiencia de los fertilizantes está estrechamente relacionada con las características físicas.

Palabras clave: Insumos agrícolas; Características físicas; Control de calidad.

1. Introdução

Nos últimos anos a população mundial cresceu exponencialmente, chegando a uma marca de aproximadamente 7 bilhões de pessoas, e as previsões para até 2050 é que se chegue aos 9 bilhões (Brfertil, 2016). Atualmente o Brasil é o quarto país que mais utiliza consome fertilizante, ficando apenas atrás dos países como Estados Unidos, Índia e China, sendo o principal nutriente utilizado pelo Brasil é o fósforo, enquanto nos outros países seu principal nutriente é o nitrogênio (IFOPE, 2020). Nesse cenário, os fertilizantes se mostram de grande importância, tendo em vista que estes são insumos essenciais, sendo estes primordiais para a produção agrícola mundial.

De acordo com o Decreto N° 4.954 de Janeiro de 2004, o fertilizante é uma substância mineral ou orgânica, natural ou sintética, fornecedora de um ou mais nutrientes de plantas. O Decreto n° 4.954, de 14 de janeiro de 2004 ,no artigo II inciso XIV divide os nutrientes do fertilizantes em 3 categorias: A) macronutrientes primários: Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), expressos nas formas de Nitrogênio (N), Pentóxido de Fósforo (P₂O₅) e Óxido de Potássio (K₂O); B) macronutrientes secundários: Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Enxofre (S), expressos nas formas de Cálcio (Ca) ou Óxido de Cálcio (CaO), Magnésio (Mg) ou Óxido de Magnésio (MgO) e Enxofre (S); e c) micronutrientes: Boro (B), Cloro (Cl), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Molibdênio (Mo), Zinco (Zn), Cobalto (Co), Silício (Si).

No Brasil os principais fertilizantes são formulações de N-P-K. Segundo a ANDA (Associação Nacional para Difusão de Adubos) no ano de 2020 foram entregues ao mercado nacional 40.564.138 milhões de toneladas de fertilizantes uma alta de 12% em relação ao ano anterior.

Segundo dados da FAO, cada tonelada de fertilizante mineral aplicado em um hectare, de acordo com princípios que permitam sua máxima eficiência, equivale à produção de quatro novos hectares sem adubação. Diante de um cenário de aumento populacional e a necessidade de um aumento produtivo, a qualidade dos fertilizantes é primordial para a eficiência produtiva. Segundo Saab (2008) a cadeia produtiva de fertilizantes compõe-se de seis elos. No entanto para esse estudo focaremos na indústria de fertilizantes mistos e granulados complexos. O principal nutriente utilizado pelo Brasil é o fósforo, enquanto nos outros países seu principal nutriente é o nitrogênio (IFOPE, 2020).

Segundo Alcarde et al. (1989), as características de qualidade dos fertilizantes minerais podem ser classificadas quanto a sua natureza em: características de natureza física, química e físico química. Um aspecto relevante na produção é o processo de qualidade, erros nos pontos críticos de controle são determinantes na qualidade final do produto.

O ministério da agricultura define os pontos críticos de controle como sendo: “Qualquer ponto, operação, procedimento, etapas do processo de fabricação ou preparação do produto, onde se aplicam medidas preventivas de controle sobre um ou

mais fatores. Com o objetivo de prevenir e reduzir os limites aceitáveis, eliminar os perigos para a saúde, para a perda da qualidade e a fraude econômica.” Dentro da indústria de fertilizantes não é diferente, sendo o controle desses pontos primordiais para a qualidade do produto final, garantido que não ocorram falhas no processo produtivo bem como elevando a eficiência do produto final.

E a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes, remineralizadores e substratos para plantas, destinados à agricultura, são regidos pelas disposições da Lei nº 6.894, de 16/12/1980, alterada pela Lei 12.890/2013.

Assim, a presente pesquisa teve como objetivo geral, compilar etapas de processos que envolvem as características físicas dos fertilizantes que influenciam na sua qualidade segundo as recomendações do MAPA dentro das indústrias misturadoras.

2. Aspectos Metodológicos

Para a realização deste trabalho, utilizou-se referenciais teóricos (artigos científicos, revistas, legislações, livros) que são necessários para compreender a importância do processo de qualidade de fertilizantes químicos nas indústrias brasileiras, e desta forma associar os parâmetros físicos dos fertilizantes resultantes do processo de mistura.

A linha de pesquisa desse trabalho se dá por meio de pesquisa bibliográfica. Segundo Lakatos (1992, p. 44): A pesquisa bibliográfica permite compreender que, se de um lado a resolução de um problema pode ser obtida através dela, por outro, tanto a pesquisa de laboratório quanto à de campo (documentação direta) exigem, como premissa, o levantamento do estudo da questão que se propõe a analisar e solucionar. A pesquisa bibliográfica pode, portanto, ser considerada também como o primeiro passo de toda pesquisa científica.

No decorrer deste trabalho foram abordados alguns pontos essenciais, para compreender como ocorre, qual a importância e quais características são imprescindíveis para que fertilizantes cheguem ao produtor com todas as características fundamentais para uma boa safra. Realizou-se uma revisão da literatura nas bases de dados Google acadêmico, SciELO, MAPA.

3. Desenvolvimento

3.1 Importância de conhecer os parâmetros físicos envolvidos no processo de qualidade dos fertilizantes minerais nas indústrias misturadoras brasileiras

A qualidade é uma das premissas no processo de produção de produtos, de maneira a implantar programas com maior atenção aos seus processos, gerando qualidade em todas as etapas do processo produtivo, com a finalidade de garantir satisfação a seus clientes (Ferreira et al, 2016).

Quando falamos de uma indústria de fertilizantes é extremamente importante conhecer os parâmetros de qualidade do produto, pois ter informações sobre as características físicas dos adubos minerais é fundamental para garantir a fidelidade de clientes, já que são pontos essenciais para agregar valor e garantir a excelência do produto e assim ter uma parceria longa com os produtores.

De acordo com Silva et al (2016) garantir a qualidade do produto exige muito da organização e requer um sistema estruturado e claro da gestão da qualidade. Cada etapa do processo deve ser capaz de assegurar a funcionalidade do produto que está sendo processado. Desta forma, a instrução normativa nº 39, de 8 de agosto de 2018 visa assegurar os parâmetros necessários a respeito da formulação de fertilizantes.

Realizar processos e documentar os resultados é algo indispensável quando o assunto é respaldo da indústria. Ter todos os dados é crucial para cruzar informações e identificar soluções para possíveis problemas que venham acontecer dentro da fábrica ou ao chegar nas mãos dos clientes, seja com textura, quantidade ou qualidade.

Além disso, saber essas características é importante para o desenvolvimento da produção no processo de formulações, como por exemplo, a partir da dureza pode-se determinar como deverá ocorrer o manuseio da matéria prima de um lado para o outro da fábrica, evitando que o material se quebre e proporcione uma grande porcentagem de pó que afetará no produto final e/ou no ambiente de trabalho (deixando o local inoperante como mostra a Figura 1). Conhecer a densidade também é uma característica física importante para o processo de produção, pois a partir dela é possível determinar o local de armazenamento de acordo com o espaço ocupado por cada volume, assim como a quantidade de big bags que deverá ser utilizado em cada carregamento e qual o tipo/tamanho de carro deverá realizar o transporte dos adubos até o destino final.

Figura 1. Ambiente inoperante por conta do pó gerado por baixa dureza.



Fonte: Chaves (2021).

3.2 Características de qualidade dos fertilizantes minerais

As características de qualidade dos fertilizantes são de condições naturais ou artificiais com que esses produtos podem se apresentar, e têm relação direta ou indireta com a sua eficiência, podendo ser de natureza física, química ou físico-química (ANDA, 1988).

3.2.1 Características de natureza física

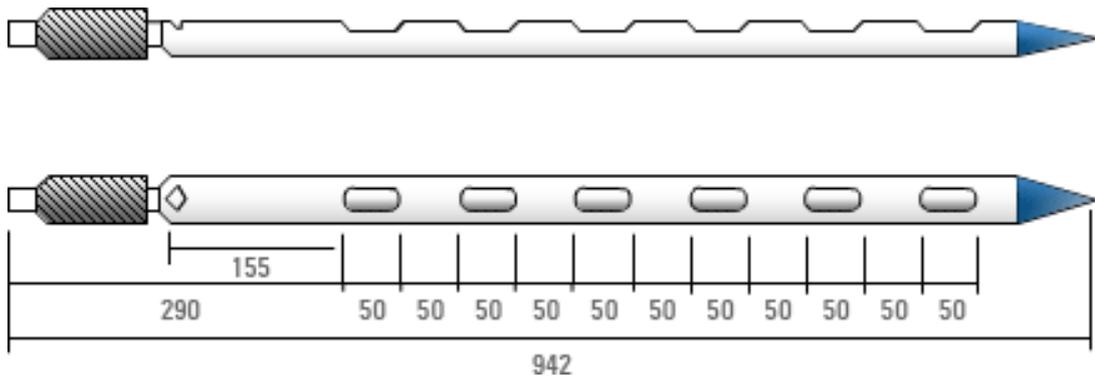
As características de natureza física dos fertilizantes minerais são: o estado físico, a granulometria, dureza e densidade. Segundo a ANDA, 1988 (p.2) os fertilizantes podem ser encontrados em três estados, sendo eles sólidos (o mais encontrado no Brasil), líquidos ou gasosos.

3.2.1.1 Granulometria

De acordo com Rodella (2000), o tamanho das partículas influencia diretamente na absorção dos nutrientes, no seu efeito na lavoura e o funcionamento de maquinários envolvidos no processo de adubação. Desta forma é essencial a realização do processo de granulometria, que deverá seguir os parâmetros estabelecidas pelo MAPA (que dispõe que a qualidade física de

fertilizantes é determinada pela composição química e pela forma como é produzido e armazenado). Para fazer a análise granulométrica é necessário fazer a amostragem e o quarteamento da amostra. A amostragem é feita de acordo com a instrução normativa nº39, onde diz que a sonda utilizada deve ser de tubo duplo perfurado com ponta cônica, conforme ilustrado na Imagem 1.

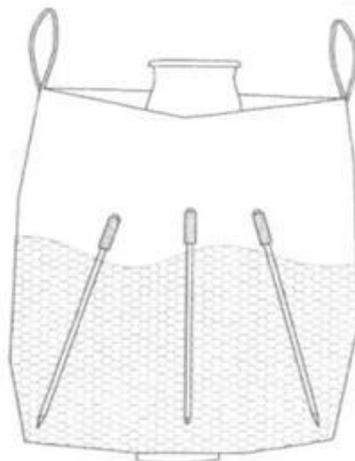
Imagem 1: Sonda de tubo duplo perfurado.



Fonte: <http://jtinhaagro.blogspot.com/2015/09/amostragem-de-fertilizantes-para.html>

Para a coleta de amostras em big-bag (BB), a sonda deverá ser inserida na amostra totalmente fechada. A abertura da mesma deverá ser realizada somente no ponto da coleta do produto. Após a coleta a sonda deverá ser fechada e a amostra retirada e acondicionada nas embalagens de coleta. O produto a ser amostrado deve ser coletado em 3 pontos conforme a Imagem 2:

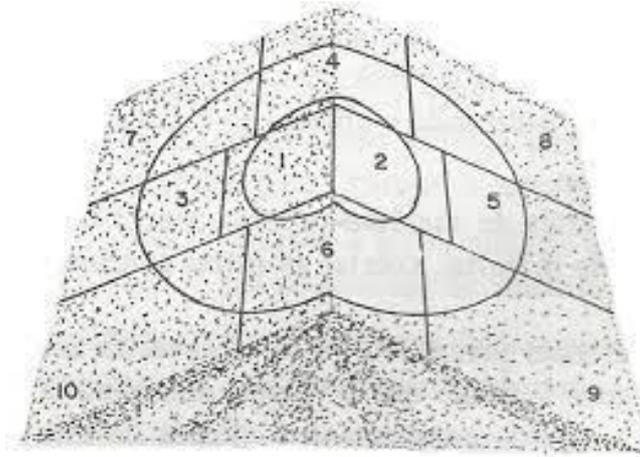
Imagem 2: Disposição dos locais de coleta com a sonda em BB.



Fonte: http://www.heringer.com.br/heringer/web/conteudo_pti.asp?conta=45&tipo=29615&idioma=0

Para a amostragem de fertilizantes armazenados a granel deve-se coletar uma amostra em 10 pontos alternados para que seja representativa, esse processo é ilustrado na Imagem 3, onde demonstra como coletar a base, meio e topo do total.

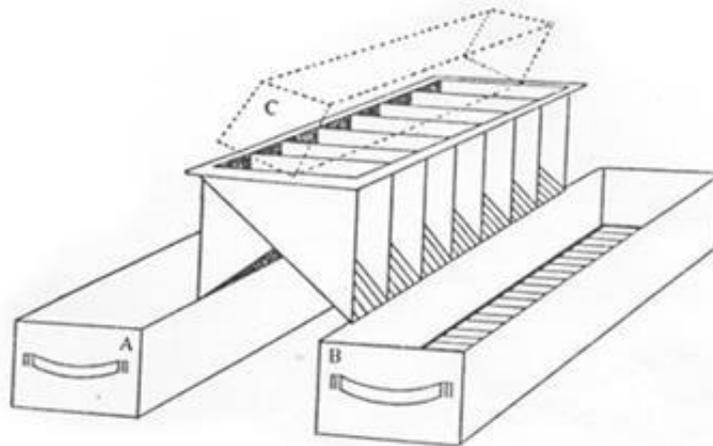
Imagem 3: Esquema de pontos de amostragem a granel.



Fonte: <http://www.aprosoja.com.br/storage/site/files/ANALISE-DE-FERTILIZANTES.PDF>

O volume obtido com a amostragem deverá ser homogeneizado e dividido em amostras iguais e representativas, sendo uma delas encaminhada para análise e outra ficará como contraprova por um período de um ano para eventuais reclamações. Para dividir a amostra em tamanhos iguais é utilizado um quarteador do tipo Jones (Imagem 4), que garante amostras similares.

Imagem 4: Quarteador.



Fonte: http://www.heringer.com.br/heringer/web/conteudo_pti.asp?conta=45&tipo=29615&idioma=0

Após o procedimento de quarteamento feito, é hora de fazer a granulometria, para verificar se o fertilizante segue as propriedades físicas recomendadas pelo MAPA. Os valores de garantia granulométrica seguem na tabela abaixo de acordo com a IN 39 de 08/08/2018 do MAPA.

Tabela 1. Tolerância Física.

NATUREZA FÍSICA	ESPECIFICAÇÃO DE NATUREZA FÍSICA	GARANTIA GRANULOMÉTRICA	
		Peneira	Partículas Passantes
SÓLIDO	Granulado e Mistura de Grânulos	4,80 mm (ABNT 4)	95% mínimo
		2 mm (ABNT 10)	40% máximo
		1 mm (ABNT 18)	5% máximo
	Microgranulado	2,8 mm (ABNT 7)	90% mínimo
		1 mm (ABNT 18)	10% máximo
	Pó	2,0 mm (ABNT 10)	100%
		0,84 mm (ABNT 20)	70% mínimo
		0,3 mm (ABNT 50)	50% mínimo
	Farelado	4,80 mm (ABNT 4)	90% mínimo
		2,8 mm (ABNT 7)	80% mínimo
		0,50 mm (ABNT 35)	30% máximo
	Pastilha	Frações moldadas de formato e tamanho variáveis	

Fonte: MAPA (2018).

O principal equipamento do processo de granulometria são as peneiras, que devem ter malhas de 4,8mm (ABNT 4), 2,0mm (ABNT 10) e 1,00mm (ABNT 18), devendo apresentar tampa e fundo seguindo as especificações da ABNT, além de estarem limpas e secas.

Para ter a granulometria deve-se transferir a amostra para um vasilhame tarado e pesa-se a amostra em balança semianalítica, anotando o valor total e logo em seguida transferir o material para o conjunto de peneiras encaixadas uma sobre as outras em ordem crescente e com o fundo, e dar início ao processo de peneiramento da amostra entre 2 e 5 minutos com o conjunto tampado.

Para determinar a garantia granulométrica pesa-se cada peneira e o fundo, calculando-se a fração retidas pela seguinte equação:

$$\begin{aligned} \% \text{ MALHA } 4,8\text{mm} &= (R1 \times 100\%) / G \\ \% \text{ MALHA } 2,0\text{mm} &= (R2 \times 100\%) / G \\ \% \text{ MALHA } 1,0\text{mm} &= (R3 \times 100\%) / G \\ \% \text{ FUNDO} &= (R4 \times 100\%) / G \end{aligned}$$

Onde:

G= massa total da amostra analisada
 R1= massa da fração retida na 1ª peneira
 R2= massa da fração retida na 2ª peneira
 R3= massa da fração retida na 3ª peneira
 R4= massa da fração retida no fundo

Os valores da garantia devem seguir as especificações apresentadas na tabela A que são de acordo com o MAPA.

3.2.1.2 Dureza

Rodella (2000) define a dureza como outro fator físico, que visa medir a resistência dos grãos de fertilizantes comercializados na forma de grânulos, ou seja, é um método que mede a capacidade de suportar uma determinada carga sem que o grão se quebre.

A IN N° 39 determina que no teste de dureza dos grãos utiliza-se um equipamento chamado durômetro (Imagem 5), que aplica uma força em Kgf ou N sobre o grão até que o quebre. Para fazer a análise de dureza deve-se escolher 12 grãos que

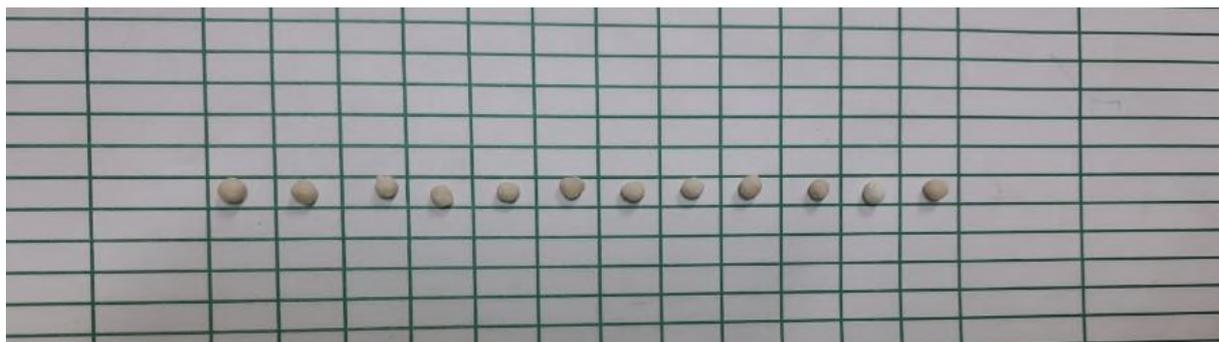
ficam retidos na peneira de malha 2,0mm e todos devem ter tamanhos similares (ilustrado na Imagem 6), anotar a dureza de cada grão e realizar o cálculo de média desprezando a maior e a menor dureza encontrada.

Imagem 5: Durômetro.



Fonte: <https://cianotec.com.br/product/durometro-digital-para-graos>

Imagem 6: Grãos para análise de dureza.



Fonte: Chaves (2021).

A resistência da partícula difere de um fertilizante para outro por conta da sua composição química, desta forma é necessário realizar o teste em todos os fertilizantes chegados na fábrica, seja ele em qualquer proporção de NPK. Como cada matéria prima tem uma resistência e é essencial conhece-la para definir a melhor forma de armazenamento e transporte ou manuseio, pois a fragilidade de algumas partículas pode provocar a quebra do grão gerando pó e tamanhos desuniformes que afetaram o seu desempenho agrônômico (Reis Junior, 2012).

3.2.1.3 Densidade

O local de armazenamento da matéria prima depende de vários pontos, como a natureza do nutriente, sua volatilidade e um outro fator é a sua densidade, medida que relaciona massa e volume. Conhecendo a densidade é possível determinar as proporções do espaço necessário e assim definir se o material será guardado/ensacado/carregado em bags ou box. Garantindo que suas características não sejam prejudicadas por um armazenamento incorreto.

4. Considerações Finais

Conhecer os processos que envolvem as características físicas dos fertilizantes é essencial, pois tais características infligem diretamente na sua qualidade e na sua eficiência no campo, refletindo diretamente no aumento de produtividade.

Referências

- Alcarde, J.C., Guidolin, J.A., & Lopes, A. S. (1989) Os adubos e a eficiência das adubações. ANDA. 35p., Boletim Técnico, 3
- ANDA. Manual de Controle de Qualidade de Fertilizantes Minerais Sólidos. ANDA - Associação Nacional para Difusão de Adubos e Corretivos Agrícolas. São Paulo - SP, 1988.
- Brasil. Decreto Nº 4.954 de janeiro de 2004. <https://www2.camara.leg.br/html>.
- Brfertil. A importância dos fertilizantes para a produção de alimentos. <https://brfertil.com.br/importancia-dos-fertilizantes-na-producao-de-alimentos/>.
- Ferreira, J. D., De Araujo Buosi, V. V., & Gasparini, V. A. (2016). A importância da qualidade nas organizações. *Revista de Ciências Jurídicas e Empresariais*, 17(1), 50-55
- Gonçalves, JL de M., Benedetti, V. Nutrição e fertilização florestal. IPEF, 59-78, 2000.
- IFOPE. A importância do uso de fertilizantes na agricultura. <https://blog.ifopecom.br/uso-de-fertilizantes-na-agricultura/>.
- Instrução Normativa, Nº. 39, de 08 de agosto de 2018. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumosagricolas/fertilizantes/legislacao/in-39-2018-fert-minerais-versao-publicada-dou-10-8-18.pdf>.
- Reis Junior, Roberto dos Anjos, Silva, Douglas Ramos Guelfi. Avaliação das características físicas e físico-químicas de fertilizantes nitrogenados e fosfatados revestidos por polímeros. 2012.
- Rodella, A. A., Alcarde, J. C., & Dias, A. P. (2000). Requisitos de qualidade física e química de fertilizantes minerais. 1
- Saab, A. A., Paula, R. de A. (2008) O mercado de fertilizantes no Brasil Diagnósticos e propostas de políticas. *Revista de política agrícola*, 17, p.6
- Silva, A. S. et al., (2016) A importância da documentação da qualidade para o setor produtivo: um estudo de caso. *Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia*, 12, 1-12.