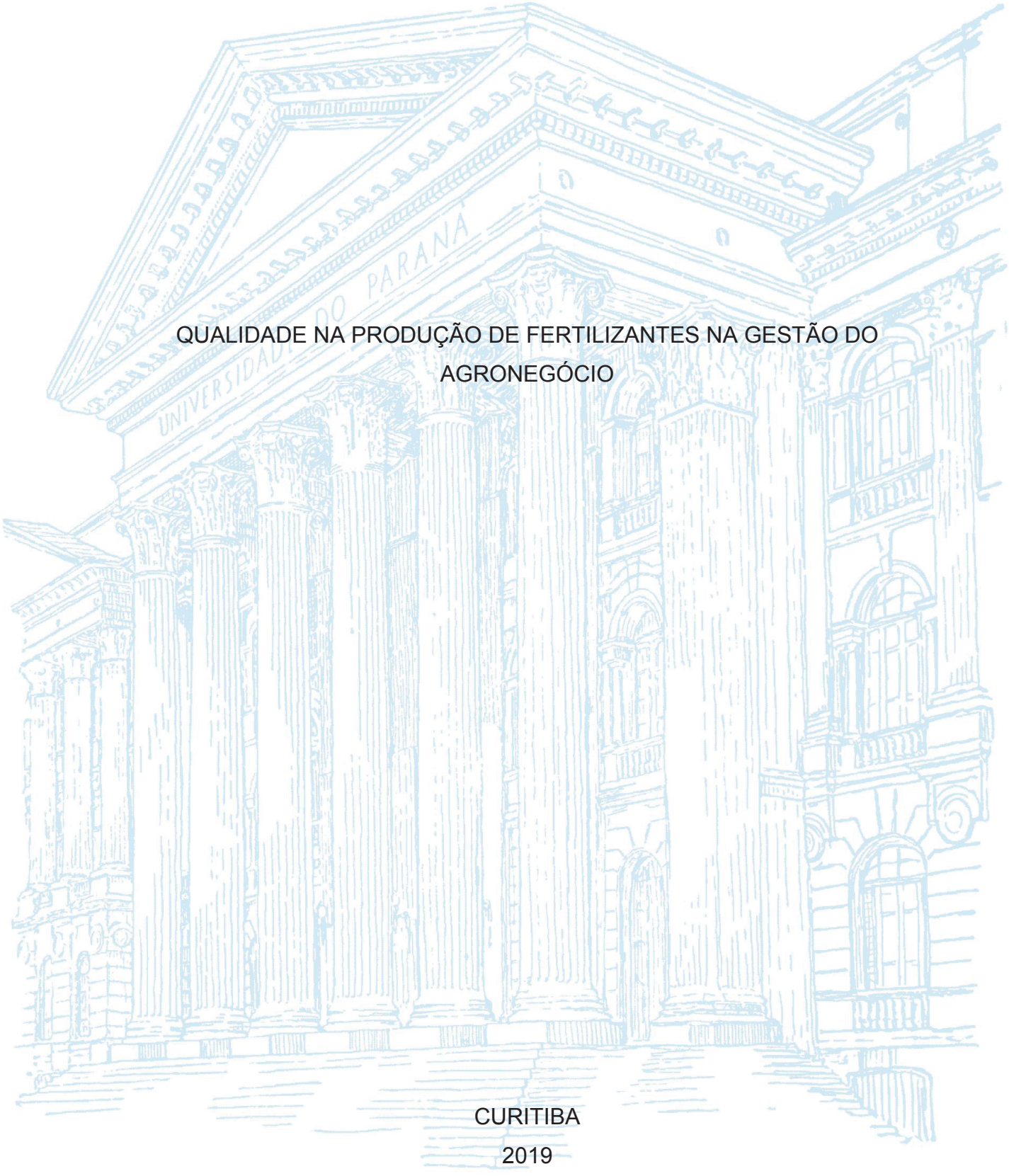
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

GERCIANI IRACEMA CEBRIAM BITTENCOURT



QUALIDADE NA PRODUÇÃO DE FERTILIZANTES NA GESTÃO DO AGRONEGÓCIO

CURITIBA

2019

GERCIANI IRACEMA CEBRIAM BITTENCOURT

QUALIDADE NA PRODUÇÃO DE FERTILIZANTES NA GESTÃO DO AGRONEGÓCIO

Artigo apresentado à conclusão do Curso de MBA em Gestão do Agronegócio, Setor de Curso de Especialização, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Alexandre Amorim Monteiro

CURITIBA

2019

RESUMO

O uso de fertilizantes é uma medida utilizada para melhorar a qualidade do solo; sendo de três tipos físico; químico e físico-químico. A cadeia de fertilizantes compõe o agronegócio brasileiro sendo responsável por uma boa parcela do Produto Interno Bruto – PIB; embora nos últimos anos o encarecimento dos insumos nacionais tenha estimulado as importações e seja responsável pelo fechamento de indústrias do setor. A granulometria compõe uma etapa importante do processo de fabricação de fertilizantes posto que envolve fluxos que são composto pela manipulação processamento transporte e entrega. Nos últimos 10 anos o Brasil importou cerca de 70% de fertilizantes; o que acaba por confirmar a falta de subsídios para pesquisa do setor principalmente na linha de produção. Como objetivo principal este trabalho aborda os principais conceitos sobre a importância da granulometria na produção e análise da qualidade de fertilizantes justificando-se para o tema a evidência de poucos materiais sobre o tema dificuldade esta que corrobora com as pesquisas bibliográficas realizadas para evidenciar os principais conceitos relacionadas a temática discutida.

Palavras-chave: Fertilizante. Granulometria. Análise.

ABSTRACT

The use of fertilizers is a measure used to improve soil quality; being of three physical types; chemical and physicochemical. The fertilizer chain makes up Brazilian agribusiness being responsible for a good portion of gross domestic product - GDP; although in recent years the increase in national inputs has stimulated imports and is responsible for closing industries in the sector. The granulometry composes an important step of the manufacturing process of fertilizers station that involves flows that are composed of handling transport processing and delivery. In the last 10 years Brazil has imported about 70% fertilizer; which ultimately confirms the increase in subsidies for industry research mainly in the production line. As main objective this work addresses the main concepts about the importance of granulometry in the production and analysis of fertilizer quality, justifying for the theme the evidence of few materials on the topic difficulty this that corroborates with the bibliographic research carried out to highlight the main concepts related to the topic discussed.

Keywords: Fertilizer. Granulometry. Analysis.

1 INTRODUÇÃO

A produção de fertilizantes corresponde a aproximadamente 4 bilhões de dólares anualmente compondo uma parte importante do agronegócio brasileiro, sendo que grande parte dos produtos agrícolas ocupam posição de destaque internacional como café, soja, laranja e cana-de-açúcar.

A principal finalidade da análise de fertilizantes é a manutenção da capacidade produtiva do solo, sendo a sua fórmula convencionada a partir de três elementos: N (nitrogênio), P (fósforo) e K (potássio) = NPK.

A grande demanda de produção de fertilizante compõe um conjunto de técnicas e metodologias que envolvem diferentes contextos desde a extração mineral até políticas de investimento; passando principalmente pela pesquisa; portanto a sua cadeia produtiva é decorrente de uma gama de procedimentos que se interrelacionam até chegar a propriedade rural.

O objetivo geral deste trabalho é descrever os processos de controle de qualidade de fertilizantes na gestão do agronegócio tratando-se especificamente da mistura de grânulos como processo de redução de custos na fabricação e entrega de fertilizantes.

O processo de fabricação de fertilizantes é bastante complexo e envolve diversas etapas, o uso de tecnologias tem contribuído para a eficácia do processo de separação e mistura bem como para a redução das perdas decorrentes do manejo e transporte; porém pouco material tem sido produzido na área o que justifica o interesse por esta pesquisa acrescentando que o material pesquisado apresenta dados que não se consolidam como suficientes para se atender o objetivo proposto ficando portanto como uma sugestão para futuras pesquisas na área .

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Fertilizantes

A legislação brasileira[1] define como fertilizante: "... substâncias minerais ou orgânicas, naturais ou sintéticas, fornecedoras de um ou mais nutrientes das plantas" (DIAS e FERNANDES, 2006, p.99). A principal finalidade do fertilizante é auxiliar no

[1] Decreto 86.955, de 18 de fevereiro de 1982.

aumento da produtividade agrícola em decorrência das suas propriedades químicas compostas por: macronutrientes (nitrogênio, oxigênio, carbono, hidrogênio, magnésio, cálcio, fósforo, enxofre e potássio) e micronutrientes (cobre, zinco, silício, molibdênio, cloro, manganês, sódio, ferro, cobalto e boro).

O uso de fertilizante é a forma de atuar sobre a oferta de nutrientes as plantas. No que diz respeito à nutrição das plantas, é importante ressaltar que há uma clara e inequívoca relação entre uso de fertilizantes e produtividade agrícola (LOPES e GUILHERME, 2009). O que aconteceria se os fertilizantes não fossem utilizados? Teria um efeito imediato no decréscimo da produção das culturas a níveis sustentáveis, com o uso racional de fertilizantes o objetivo da exploração agrícola é obter o máximo retorno econômico decorrente da produtividade ótima econômica alcançada pelas culturas, conservando os recursos naturais.

A produtividade ótima econômica compreende a melhor produtividade agrícola e produtos de melhor qualidade, de forma que os benefícios ou os lucros obtidos com a produção superem os custos financeiros e ambientais. Os fertilizantes são insumos fundamentais para o aumento da produtividade e do lucro dos agricultores, e ainda para a manutenção da produção de alimentos necessários para uma população em crescimento.

Quanto à classificação dos fertilizantes estes são divididos em: mineral; orgânico e organomineral, segundo as suas propriedades físicas (DIAS e FERNANDES, 2006):

- Mineral: pode ser obtido através de processos físicos, químicos ou físico-químicos são caracterizados como mineral, natural ou sintético.
- Orgânico: obtido pela manipulação de matérias-primas de origem animal ou vegetal por meio de processos bioquímicos naturais ou controlados enriquecido com nutrientes minerais.
- Fertilizante organomineral: é o resultado da combinação de fertilizantes orgânicos e minerais. Em relação à qualidade entre os fertilizantes minerais e orgânicos estes apresentam diferenciações conforme apresentado na tabela 1:

TABELA 1: Características da qualidade dos fertilizantes

Características	Fertilizantes Orgânicos	Fertilizantes Minerais
Fonte dos nutrientes	Esterco animal e resíduos de colheita	Nitrogênio do ar e minerais do solo
Concentração dos nutrientes	Baixa	Alta
Disponibilidade dos nutrientes	Variável	Imediata
Qualidade	Frequentemente inconsistente	Determinável e consistente

FONTE: Dias e Fernandes, 2006, p.101

Os atributos físicos dos fertilizantes são imediatamente percebidos pelos consumidores porque se evidenciam no aspecto do produto. Diferentes propriedades físicas dos fertilizantes podem ser especificadas e relacionadas aos aspectos importantes de sua utilização, determinando a facilidade de manuseio e a velocidade e uniformidade de sua aplicação no campo. Embora grande parte dos problemas envolvendo fertilizantes tenha relação com as suas propriedades físicas, diferentemente das características químicas, elas são difíceis de ser controladas pela legislação oficial e normalmente esse é um aspecto a ser tratado entre produtor e consumidor (HOFFMEISTER, 1979).

Os fertilizantes em relação ao seu estado físico são classificados em sólidos e gasosos. Os fertilizantes sólidos denominados de minerais se apresentam em duas formas: granulado ou farelado, as quais são definidas por especificações granulométricas.

Os fertilizantes granulados mistos apresentam-se sob duas formas principais: a) mistura granulada, ou micro nos grãos, na qual cada grãos contém os elementos garantidos no registro, e b) mistura de grânulos, na qual os grânulos contêm separadamente os nutrientes garantidos. As misturas de grânulos permitem maior flexibilidade no preparo de fórmulas, contudo, por apresentarem em geral composições granulométricas distintas, estão sujeitas ao fenômeno de segregação, ou seja, separação das partículas componentes de uma mistura de fertilizantes por ordem de tamanho, acarretando, com isso, distribuição do adubo no solo com porcentagens diferentes de nutrientes em relação à fórmula original. Esse problema já não existe em grau acentuado nas misturas de micro no grão.

Mesmo com técnicas avançadas a aplicação de nutrientes no solo ainda é passível de pesquisas em decorrência da inconsistência de uniformidade e segregação que afetam diretamente a eficiência do produto.

> A segregação dificulta particularmente a obtenção de amostras representativas ao influenciar a coleta de amostras, o processo de redução da quantidade amostrada e a medida de uma massa do fertilizante para análise. A segregação poderia ser minimizada se o controle de qualidade dos produtos que entram na composição das misturas fosse direcionado para que suas partículas apresentem uniformidade de tamanho. Contudo, como parte da matéria prima dos fertilizantes no Brasil é importada esse controle torna-se muito difícil (RODELLA, 2000, p.42).

A instrução normativa nº46/2016 publicada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA (BRASIL, 2016) dispõe em seu artigo 3, parágrafo 1º, §1º sobre o Índice de Dispersão e Partículas (GSI) no processo de segregação devendo as informações estarem especificadas nas embalagens conforme apresentadas na Tabela 2:

TABELA 2: Índice de Dispersão e Partículas (GSI)

Até 20	Baixa segregação: indica que o produto tem alta uniformidade de aplicação
Maior que 20 até 25	Média segregação: indica que o produto tem média uniformidade de aplicação
Maior que 25	Alta segregação: indica que o produto tem baixa uniformidade de aplicação

FONTE: Brasil, 2016, p.01

Para cálculo destes níveis são utilizadas peneiras 4,80mm; 3,36mm; 2,8mm 2,00mm; 1,41mm; 1,00mm e 0,50mm para fins de análises granulométricas.

A granulometria ou granulamento é a propriedade que reflete a distribuição do tamanho das partículas constituintes de um material particulado. Em geral, o tamanho das partículas de um sistema é definido por intervalos de diâmetros referente a abertura de malhas de peneiras selecionadas, nas quais ficam retidas frações do material em estudo.

O tamanho das partículas do fertilizante afeta de imediato a sua função de fornecer nutrientes as plantas; quanto menor o tamanho, maior será a sua função

superficial e, por conseguinte, maior a superfície de exposição e a interação com o solo e, consequentemente, sua reatividade.

Ainda no mesmo artigo, parágrafo 1 é apresentado os tipos de peneiras e partículas passantes em conformidade com as especificações com a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (Tabela 3):

TABELA 3 – Tipos de peneiras e índice de partículas passantes

Natureza física	Especificação de natureza física	Garantia granulométrica	
		Peneira	Partículas passantes
Sólido	Granulado e Mistura de Grânulos	4,80 mm (ABNT 4)	100%
		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)	95% mínimo
		2,8 mm (ABNT 7)	80% mínimo
		0,84 mm (ABNT 20)	25% máximo
	Pastilha	Frações moldadas de formato e tamanho variáveis	

FONTE: Brasil, 2016, p.02

A qualidade do fertilizante adquirido pelo agricultor depende da qualidade do produto original, porém, esta não é suficiente para assegurar a qualidade do produto final e o seu adequado desempenho agronômico. As operações e o processo realizados em cada fase do sistema de distribuição são críticos e podem influenciar acentuadamente a qualidade do produto, sendo essencial um correto manejo logístico

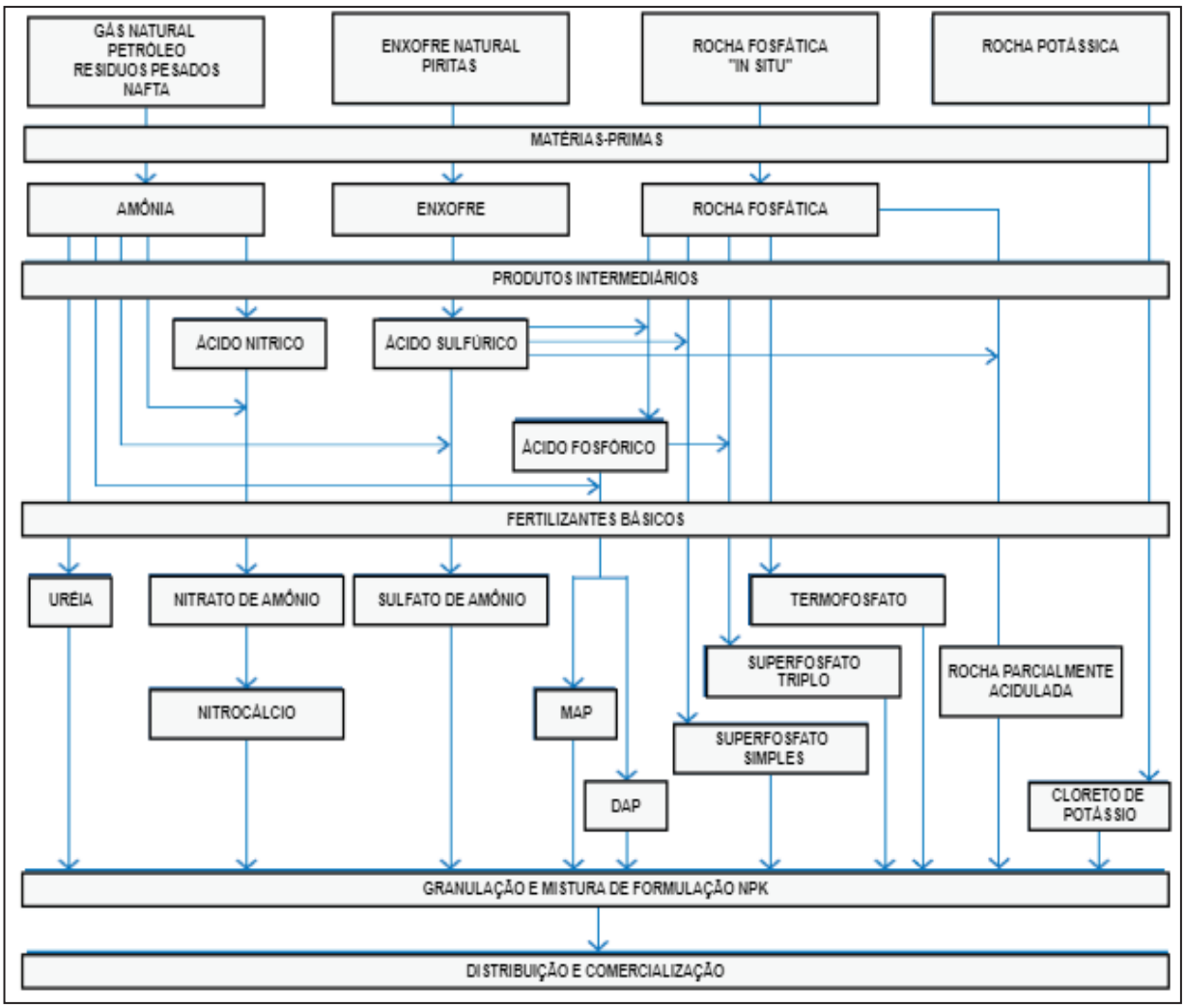
nos diversos elos da cadeia de suprimento, envolvendo transporte, armazenamento, carga e descarga.

2.2 Produção de Fertilizantes

Costa e Silva (2012) descrevem que os primeiros adubos utilizados na agricultura eram orgânicos oriundos de excrementos de animais, plantas e lodo – sendo que o primeiro fertilizante químico foi desenvolvido Johann Glauber (1604-1670) alquimista alemão que produziu nutrientes para o solo usando nitrogênio, ácido fosfórico, salitre e limão. No século XIX, o químico alemão Justus Von Liebig (1803-1873) criou a fórmula NPK responsável pelo crescimento das plantas.

Com o avanço tecnológico e a necessidade de maior demanda na produção de grãos o setor de fertilizante transforma-se em uma potência industrial passando da produção caseira decorrente do uso de matéria-prima natural para o uso de insumos industrializados que compõem uma enorme cadeia produtiva que agrega seis elos conforme apresentado na Figura 1:

FIGURA 1: Cadeia produtiva de fertilizantes



FONTE: Costa e Silva, 2012, p.19

A base da cadeia produtiva de fertilizantes é a indústria de extração mineral responsável pelo fornecimento de matérias-primas, porém como afirmam Daminato e Benitiz (2015) a produção brasileira não é suficiente para suprir a demanda agrícola; por isso grande parte dos produtos é importado dificultando o controle de qualidade dos insumos utilizados nas lavouras. O segundo componente da cadeia de produção é a indústria química onde são processados e manipulados os insumos que seguem para o terceiro elo que é a fabricação que está agregada ao quarto elo que é o processo de granulação; seguindo para o quinto elo que é o comércio e transporte seguindo para o elo final que é o agricultor.

> O primeiro elo da cadeia é formado pela indústria extrativa mineral, que fornece as matérias-primas básicas (rocha fosfática, rocha potássica, enxofre e gás natural ou nafta) para a produção de fertilizantes. Em seguida, entramos na indústria de fabricação de produtos químicos inorgânicos, que, a partir dos insumos obtidos da indústria extrativa, produzem as matérias-primas básicas e intermediárias, como o ácido sulfúrico, ácido fosfórico e amônia anidrida. A indústria de fabricação de fertilizantes simples e intermediários compõe o terceiro elo da cadeia, do qual resultam: superfosfato simples (SSP); superfosfato triplo (TSP); fosfato de amônio (MAP e DAP); nitrato de amônio; sulfato de amônio; ureia; cloreto de potássio; termofosfatos; e rocha fosfática parcialmente articulada. O quarto elo contempla o processo de granulação e mistura dos fertilizantes, que origina os fertilizantes finais, mais conhecidos como NPK. Por fim, estes são distribuídos e comercializados no quinto elo, sendo utilizados pelo produtor rural na agricultura (COSTA e SILVA, 2012, p.30).

Cabe salientar que a indústria de fertilizantes compõe um dos setores do agronegócio; os recentes avanços na dieta nutricional da população tem impulsionado o desenvolvimento de novos produtos e elevado o alor dos preços dos hectares plantados devido à produtividade que ocorrem por meio de diferentes técnicas de cultivo e manejo Costa e Silva, (2012).

Levantamento realizado pelo Instituto de Economia Agrária – IEA (VEGRO, 2018) apontou que em 2017 o Brasil comercializou 34.438 mil toneladas de fertilizantes, porém este número é considerado baixo em relação aos produtos importados que tem crescido gradativamente entre os produtores rurais e também por setores da própria industria que tem priorizado a compra de insumos importados. A

Tabela 4 apresenta os percentuais de entrega de fertilizantes no Brasil entre os anos de 2015-2017 (VEGRO, 2018).

TABELA 4: Entregas de Fertilizantes ao Consumidor Final, por Região e Estado, Brasil, 2015 a 2017

Região e Estado	**2015**	**2016 (a)**	**2017 (b)**	**Var. % (b/a)**
Região Sul				
Paraná	3.904	4.331	4.102	-5,3
Rio Grande do Sul	3.667	4.193	4.243	1,2
Santa Catarina	665	897	846	-5,7
Subtotal	8.236	9.421	9.191	-2,4
Região Centro-Oeste				
Mato Grosso	5.629	6.563	6.789	3,4
Goiás	2.928	3.198	3.172	-0,8
Mato Grosso do Sul	1.631	1.824	1.768	-3,0
Distrito Federal	63	64	64	-0,1
Subtotal	10.252	11.648	11.793	1,2
Região Sudeste				
Minas Gerais	3.509	4.033	4.002	-0,8
São Paulo	3.472	4.024	4.272	6,2
Espírito Santo/Rio de Janeiro	418	448	486	8,5
Subtotal	7.399	8.505	8.760	3,0
Região Norte-Nordeste				
Alagoas	122	140	148	5,5
Bahia	1.762	1.760	1.833	4,2
Maranhão	531	598	652	9,0
Tocantins	603	590	618	4,8
Outros	1.298	1.422	1.443	1,5
Subtotal	4.315	4.509	4.694	4,1
BRASIL	30.202	34.083	34.438	1,0

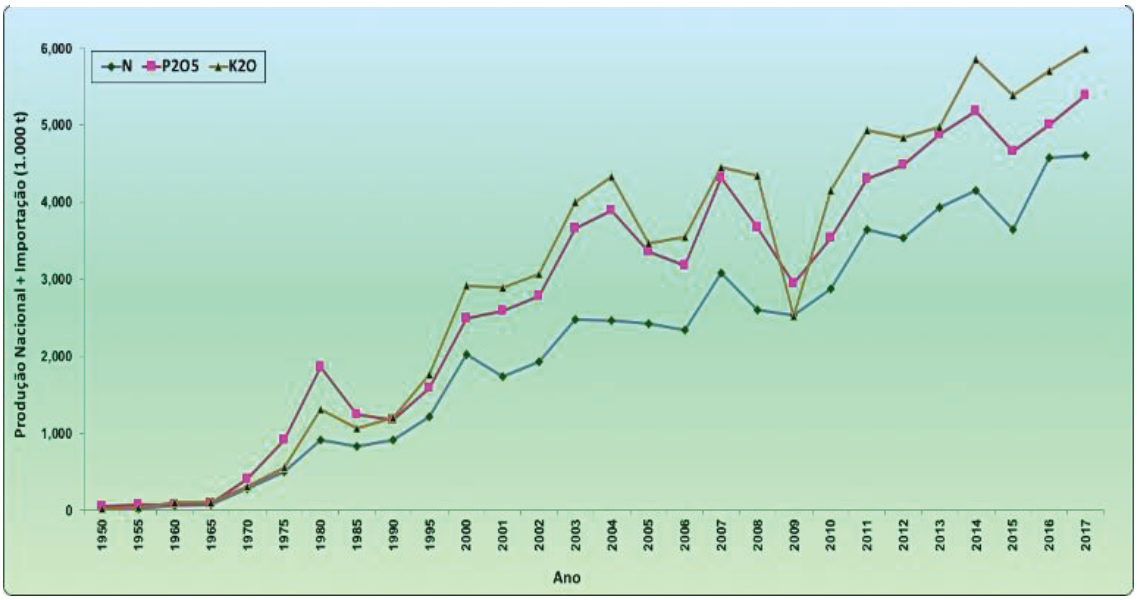
FONTE: VEGRO, 2018.

Segundo relatório do IEA (VEGRO, 2018) embora o setor tenha apresentado queda em algumas regiões, a supersafra em outras compensou a entrega dos produtos como é o caso de São Paulo que registrou aumento de 6,2% na entrega; as regiões Norte e Nordeste apresentaram o maior crescimento no volume de entregas com 4,1% maiores que as contabilizadas no ano anterior.

> O crescimento das entregas de fertilizantes, em 2017, não repercutirá em aumento da safra de grãos. As mais recentes previsões de colheita de grãos apontam para resultados inferiores aos observados na safra anterior. Tal resultado decorre do atraso da semeadura da soja e do milho, reflexo das adversas condições climáticas prevalecentes então. Todavia, novas revisões nos números previstos indicam que a safra terá dimensões similares à imediatamente anterior. A entrada de fertilizantes no país, em 2017, ocorreu preferencialmente pelo porto de Paranaguá, sendo responsável por aproximadamente 1/3 dos desembarques. Outros dois portos (Rio Grande e Santos), que somados, receberam quantidades similares ao registrado para o berço paranaense. A comercialização de fertilizantes em 2017 seguiu o padrão sazonal característico desse mercado com concentração das vendas no segundo semestre (ganhando impulso a partir de maio), simultaneamente ao plantio das culturas de verão. Constatou-se que 61,9% das entregas (21,31 milhões de t de produtos) ocorreram no segundo semestre, com pico das vendas em setembro (12,4% do total das entregas) (IEA, 2018, p. 01).

A figura 2 apresenta dados da produção nacional em comparação aos produtos importados entre os anos de 1950-2017 no Brasil corroborando as discussões sobre o crescimento das importações em detrimento dos produtos nacionais.

FIGURA 2: Produção nacional + importação / 1950-2017



FONTE: International Plant Nutrition Institute – IPNI, 2019.

O mercado de fertilizantes tem apresentado alta desde 2010 com valores que superam 171 milhões de toneladas de nutrientes produzidos; sendo a maior concentração de nitrogenados aproximadamente 61% da demanda mundial sendo a China o maior consumidor mundial seguido de Índia e dos Estados Unidos.

2.3 Controle de Qualidade

A qualidade é o conjunto de atributos e características de um produto ou serviço que demonstra sua capacidade em satisfazer as necessidades estabelecidas ou implícitas dos clientes. É possível que, para cultivos extensivos, o preço, as condições comerciais e os serviços oferecidos pelo fornecedor tenham um peso relevante na decisão final de compra de um determinado fertilizante. Contudo, ao avaliar uma fonte de nutrientes a partir de uma perspectiva mais objetiva, deve-se atentar principalmente para dos critérios: as propriedades químicas e as propriedades físicas do fertilizante. Assim, uma mistura de NPK com teores garantidos confirmados, mas que sofre segregação e empedra, não permitirá a sua aplicação correta no campo, suprindo de modo inadequado as culturas.

O fertilizante deve atender as especificações e as garantias estabelecidas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA e apresentar características que atendam as necessidades e expectativas do produtor. O Sistema de Gestão de Qualidade (SGQ) é a estrutura organizacional criada para gerir e garantir a qualidade, os recursos necessários, os procedimentos operacionais e as responsabilidades estabelecidas. Portanto, na produção de fertilizantes, devem ser empregados processos apropriados de avaliação que visam manter o produto dentro dos padrões estabelecidos e sem defeitos. Contudo, até mesmo nos melhores processos a falhas, por isso, devem ser inseridos controle de qualidade capazes de medir os resultados após a ocorrência de um defeito e realizar ajustes, caso necessários. Os fertilizantes podem apresentar variabilidade, principalmente em sua composição química e também em atributos como: densidade, resistência mecânica, higroscopicidade, entre outros, que podem ser avaliados numa escala continua.

Garantir a qualidade consiste em conduzir processos para prevenir eventuais defeitos no produto, enquanto realizar o controle de qualidade consiste em efetuar medições locais para detectar e repara todos os defeitos remanescentes. A garantia

de qualidade envolve o planejamento e a execução de técnicas e metodologias para garantir a confiabilidade de produto. Serve para cumprir os objetivos e requisitos de qualidade e provê confiança de que os requisitos de qualidade serão cumpridos. Costuma-se dizer que a garantia de qualidade assegura que as coisas certas estão sendo feitas da maneira certa e o controle de qualidade garante que os resultados do que foi realizado são aqueles esperados.

A instrução normativa nº 5 de 10 de março de 2016, publicada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA (BRASIL, 2016) estipula que o estabelecimento produtor é responsável pela qualidade dos produtos por ele fabricados, devendo descrever o controle de qualidade que executa conforme estipulado no Art.1º [...] ficam estabelecidas as regras sobre definições, classificação, especificações e garantias, tolerâncias, registro, embalagem, rotulagem e propaganda dos remineralizadores e substratos para plantas destinados à agricultura (p.01).

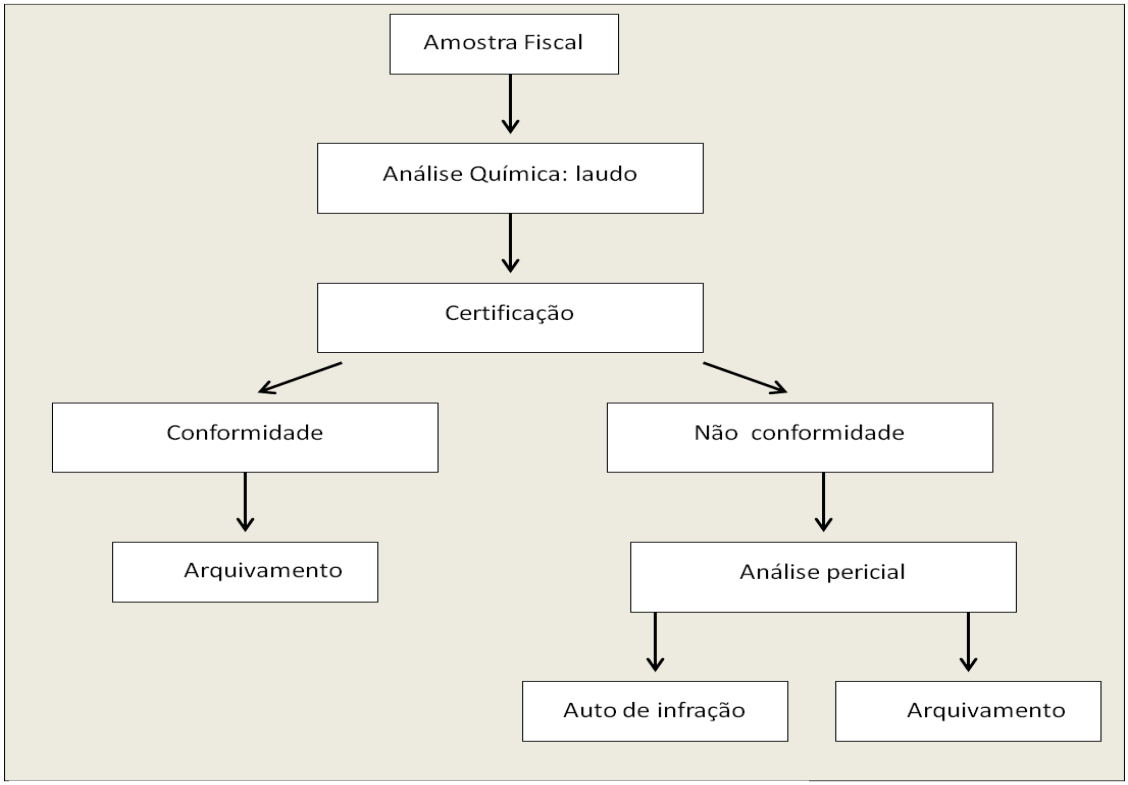
A legislação aprovada para regulamentar o controle de qualidade corresponde ao decreto nº 8.059 de 27 de julho de 2013 e a Instrução Normativa 53 de 23 de outubro de 2013, que estabelecem a seguinte prerrogativa sobre a qualidade dos fertilizantes, com as deliberações punitivas em caso de descumprimento conforme artigos:

> A IN 53, descreve no artigo 5, item III, número 1 e 2: “2.1 procedimentos padronizados e instruções de trabalho para todas as etapas da produção com identificação dos respectivos responsáveis;2.2. programas de manutenção preventiva para instalações e equipamentos e de calibração periódica de equipamentos; 2.3. procedimentos para detecção de não conformidades em produtos e processos, com investigação de causas, avaliação, registro e adoção de medidas para prevenir sua repetição; 2.4. plano de amostragem para análise de qualidade de matérias- primas e produtos acabados, cuja elaboração deve levar em consideração as diretrizes estabelecidas nas normas NBR 5426 e NBR 5427 ou equivalente; 2.5. definição do sistema de documentação e registros das intervenções realizadas em relação a todos os requisitos do controle de qualidade, permitindo a rastreabilidade (BRASIL, 2014b).”

Um controle de processo ou de qualidade eficaz leva a produção de fertilizantes dentro das especificações legais e evita sanções de órgãos fiscalizadores. No Brasil, o MAPA possui atribuição legal de fiscalizar a produção, importação e o comércio de fertilizantes e corretivos, conforme disposto na Lei n. 6.894 de 16 de dezembro de 1980, regulamentada pelo Decreto n. 4.954, de 14 de dezembro de 2004, e de garantir a conformidade desses insumos colocados a disposição dos

agricultores. O esquema de fiscalização de fertilizantes adotado pelo MAPA é mostrado na Figura 3:

FIGURA 3: Etapas da fiscalização de fertilizantes - MAPA



FONTE: Ramsey e Ellison, 2007 (adaptado).

Na estrutura do MAPA, esta fiscalização fica a cargo do Departamento de Fiscalização de Insumos Agrícolas (DFIA), que designa ao Serviço de Fiscalização de Insumos Agrícolas (SEFIA) a coleta e a análise de amostra de fertilizantes e corretivos (amostras fiscal) com a finalidade de comprovar a conformidade do produto, ou seja, se os teores de nutrientes e outras características inerentes aos insumos estão de acordo com as garantias declaradas pelos responsáveis pelo fertilizante. Os resultados analíticos obtidos nas análises periciais são utilizados pelo MAPA para atuar junto às empresas produtoras eventualmente em desacordo com os padrões legais, infligindo-lhes penalidades como multa, suspensão de registro ou, até mesmo, embargo da empresa (CONSOLINI et.al., 2012).

O controle de qualidade dos fertilizantes fundamenta-se essencialmente nas análises químicas e físicas como processo de medição, cujo esquema típico é mostrado na Figura 3 adaptada de Ramsey e Ellison (2007).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Para fins de análise das discussões propostas neste relatório utilizaram-se informações decorrentes de documentos pesquisados em órgãos oficiais e empresas produtoras de fertilizantes sobre os processos relacionados a granulometria.

À priori o método mais utilizado para análise granulométrica de fertilizantes minerais é o peneiramento.

Os fertilizantes minerais são caracterizados como: granulados, misturados, pó e misturas fluídas.

A qualidade do fertilizante adquirido pelo agricultor depende da qualidade do produto original, porém, esta não é suficiente para assegurar a qualidade do produto final e o seu adequado desempenho agronômico. As operações e o processo realizados em cada fase do sistema de distribuição são críticos e podem influenciar acentuadamente a qualidade do produto, sendo essencial um correto manejo logístico nos diversos elos da cadeia de suprimento, envolvendo transporte, armazenamento, carga e descarga.

A análise granulométrica influencia em vários fatores; pois partículas disformes influenciam a agricultura com o uso errado de medidas no campo; também tem relação com a embalagem aparentando irregularidades e desconfiança dos clientes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para iniciar as discussões preliminares cabe descrever os principais fatores que impulsionaram o crescimento do setor a partir do ano 2000:

- Crescimento populacional: segundo projeções da Organização das Nações Unidas – ONU a população cresce em torno de 75 milhões/ano o que demanda a necessidade de produção de alimentos em maior escala; o que acaba influenciando o aumento da

produção de fertilizantes em decorrência da produtividade agrícola. Outro fator é a urbanização diminuindo a produção de grãos com o consequente êxodo do campo.

- Crescimento do PIB per capita: a produção de fertilizantes está relacionada diretamente com o consumo mundial de alimentos principalmente em países mais desenvolvidos onde existe um maior consumo de grãos do que de carnes.

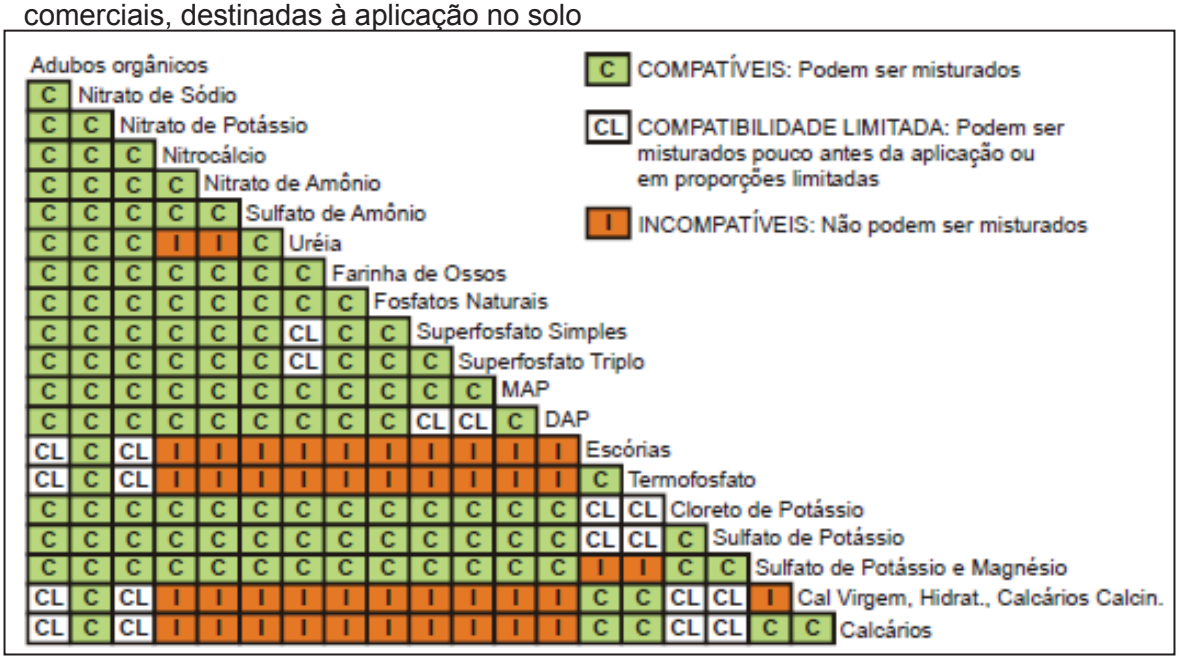
- Terras agricultáveis: dados da FAO apontam que aumentou o percentual de terras cultiváveis ainda não exploradas e que podem ser utilizadas para o plantio de grãos.

- Economia agrícola: o incentivo financeiro é essencial para que os agricultores invistam em produtos que garantam a produtividade das suas lavouras, utilizando-se produtos de qualidade que não comprometam a sara e nem a saúde do agricultor.

- Energia renovável: o uso de energias alternativas é essencial para a manutenção de uma lavoura saudável e para a redução de custos mantendo assim uma margem de lucratividade para o produtor rural.

A qualidade de um fertilizante é caracterizada por elementos físicos (densidade, tamanho, forma, coesão, ângulo de repouso, consistência e fluidez das partículas), químicos (nutrientes) e físico-químicos (solubilidade, higroscopicidade, empedramento e índice salino). Na mistura de fertilizantes estes são compatíveis se não existir comprometimento de nenhuma de suas propriedades, mostrados na Figura 4:

FIGURA 4: Compatibilidade entre fertilizantes e corretivos para obtenção de fórmulas comerciais, destinadas à aplicação no solo



FONTE: Trani e Trani, 2011, p.11

De acordo com o Boletim Técnico (SILVA e LOPES, 2008, p.11) as misturas são:

- Misturas compatíveis: Não ocorre nenhuma reação na mistura dos fertilizantes que possam promover alterações nas suas características. Exemplo: mistura de ureia e cloreto de potássio
- Misturas semicompatíveis: A mistura deve ser feita pouco tempo antes da aplicação para evitar a ocorrência de reações entre os fertilizantes. Exemplo: mistura de ureia e superfosfato
- Misturas incompatíveis: São misturas de fertilizantes que não podem ocorrer, porque são incompatíveis e podem prejudicar a eficiência dos fertilizantes. Exemplos: mistura de ureia e termofosfato, fertilizantes contendo cálcio e fertilizantes que contenham sulfato, ureia e nitrato de amônio, nitrato de cálcio e cloreto de potássio e DAP + MAP.

Os índices de mistura são limitados podendo ocorrer apenas em pequenas proporções evitando assim o empedramento dos produtos e a perda da solubilidade ocasionando ainda diferença durante a granulação.

A fórmula de adubos granulados é dada pela mistura em separado de fontes de partículas N, P e K, que são mais econômicas e apresentam uma boa redução de custos para o fabricante. Outro ponto a ser observado é que os grânulos devem ter um tamanho aproximado.

O processo de mistura de grânulos envolve quatro fluxos de acordo com Daminato e Benitiz (2015, p.08):

- Fluxo porto-misturadora: este fluxo possui maior concentração na região sul e sudeste do Brasil, regiões as quais são as maiores recebedoras de fertilizantes e por isso onde se localiza grande parte das unidades de mistura. Os produtos transportados em sua grande maioria são fertilizantes básicos ou matérias primas intermediárias, que serão transformados nas formulações finais e de uso para o cultivo.
- Fluxo jazida-misturadora: este é um fluxo produtivo secundário uma vez que a exploração mineral de matérias primas é pequena em relação ao consumo nacional, no entanto crucial para diminuir a dependência nacional da importação de

fertilizantes. Além disso, este fluxo é caracterizado pela extração e beneficiamento das rochas dentro do complexo da mina e o produto do beneficiamento é transportado para as misturadoras, onde será produzido o fertilizante intermediário e o final.

- Fluxo misturadora-consumidor: este é um fluxo de consumo, ou seja, após passar pelas misturadoras o fertilizante será comercializado já ensacado e pronto para aplicação. A origem das matérias primas deste fluxo se concentra nas unidades misturadoras espalhadas pro todo país, concentradas em maior número próximas a portos e jazidas. E o destino como já citado é o produtor rural.
- Fluxo porto-consumidor : este é um fluxo direto de consumo, do porto ao produtor agrícola e os produtos deste fluxo são tanto os fertilizantes básicos, bem como os fertilizantes finais. O transporte dessas cargas em suma se dá pelo frete de retorno, uma vez que a produção agrícola será escoada para os portos o transportador, se for viável, retorna com fertilizantes. Outro fator relevante, é que esse transporte se dá em sua grande maioria em rotas longas, uma vez que grandes regiões produtoras, como a região do centro-oeste, possuem poucas unidades de mistura, desta forma, o fluxo direto de produto final para a aplicação é destinado as revenda de tais estados ou para grandes produtores, que utilizam esse fluxo como base para a obtenção do insumo.

Um processo deficitário ocasiona perdas que são identificáveis ao longo da cadeia produtiva, tais como:

- Perda por superprodução: em geral mascara os outros processos por excesso dificultando a organização da produção; para corrigir este problema é necessário o planejamento do uso de insumos para cada etapa; bem como a reposição de estoque de acordo com a demanda atendida;
- Perda no transporte decorrente da movimentação de materiais muitas vezes desnecessários ao processo e que geram despesas;
- Perdas no processamento em decorrência do uso de máquinas ou insumos inadequados. A análise granulométrica se caracteriza pela frequência de tamanho de uma partícula do produto beneficiamento, peneira e curvas de partição dos classificadores, além das especificações constantes na embalagem ao final do processo.

A mistura de grânulos durante o processo de segregação pode provocar variações nas partículas alterando a qualidade e a eficácia do produto. Mesmo com técnicas avançadas a aplicação de nutrientes no solo ainda é passível de pesquisas em decorrência da inconsistência de uniformidade e segregação que afetam diretamente a eficiência do produto.

Para analisar-se a qualidade de um grânulo usa-se a quantia de 250 g divididos em duas partes iguais sendo que uma será destinada a análise granulométrica e a outra a análise química. Compostos naturais moídos decorrentes de desfosforação devem ser analisados sem qualquer uso de produto (BRASIL, 2014c).

Para análise de fertilizantes farelados ou granulados deve-se utilizar peneiras com aro de 20 cm (diâmetro), 5 cm (altura), malha nº 4 (4,8mm), n° 5 (3,36mm), n° 6 (2,8 mm), n° 7 (2 mm) e n° 10 (1,0mm) e agitador mecânico de peneiras.

Procedimento: a pesagem deve ser integral usando-se toda a fração de amostra coletada sendo que o peneiramento consiste pelo uso de um conjunto de peneiras sobrepostas da maior malha para a menor. Colocar a amostra no agitador mecânico por um tempo de 5 minutos calculando o valor passante em cada peneira usando-se a seguinte fórmula proposta:

:

TABELA 5: Fórmula de cálculo de valores passantes na peneira

% da amostra passante na 1a ou única peneira =	$\frac{100 - R1 \,.\, 100}{G}$
% da amostra passante na 2a peneira =	$\frac{100 - (R1+R2).\ 100}{G}$
% da amostra passante na 3a peneira =	$\frac{100 - (R1+R2+R3).\ 100}{G}$

Fonte: BRASIL, 2014c, p.13.

G = massa (g) da amostra analisada.
R1 = massa (g) da fração retida na 1a ou única peneira especificada.
R2 = massa (g) da fração retida na 2a peneira especificada.
R3 = massa (g) da fração retida na 3ª peneira especificada.

Segundo Carvalho (1995) o controle de qualidade de fertilizantes demanda principalmente fiscalização onde as informações devem ser coletadas em diferentes locais: produção, armazenamento e no laboratório de análises. Para o autor a eficácia

do processo requer a análise de um volume grande de diferentes lotes ou sacas sendo que a análise acaba sendo reduzida sendo que análise química requer o uso de laboratórios especializados.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da granulometria de um fertilizante depende da utilização de diferentes métodos e técnicas onde os resultados são analisados e reanalisados considerando ainda as amostragens de fábrica; embalagem e transporte primando pela qualidade do produto.

Tratando-se do tema a questão dos processos sobre os misturadores carece de maiores informações quanto aos tipos de equipamentos utilizados e o impacto das misturas em relação ao PIB do agronegócio; também se observou pouca publicação sobre as linhas de produção de fertilizantes e a otimização dos processos de produção e entrega.

A qualidade de cada matéria prima: tamanho, dureza do grânulo, granulometria faz toda diferença na hora de produzir um adubo. A mistura destas matérias-primas garantem uma qualidade de produto acabado sendo que um produto que não tem dureza após a mistura pode esfarelar e deixar uma aparência duvidosa ocasionando problemas de distribuição desuniforme na área de plantio.

Embora seja um tema de grande importância à inexistência de literatura específica sobre o assunto deixa lacunas que se consolidam como sugestões para futuras pesquisas.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Instrução normativa nº 46 de 22 de novembro de 2016.** Ficam estabelecidas as regras sobre definições, exigências, especificações,garantias, registro de produto, autorizações, embalagem, rotulagem, documentos fiscais,propaganda e tolerâncias dos fertilizantes minerais destinados à agricultura, na forma desta Instrução Normativa e seus Anexos I a V. Brasília-DF: MAPA, 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento-MAPA. **Decreto nº 8.059, de 26 de julho de 2013**. Altera o Anexo ao Decreto nº 4.954, de 14 de janeiro de 2004, que aprova o Regulamento da Lei nº 6.894, de 16 de

dezembro de 1980, que dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes ou biofertilizantes destinados à agricultura. Brasília, 15 fev. 2014a.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento-MAPA. **Instrução Normativa nº 53, de 23 de outubro de 2013**. Brasília, 15 fev. 2014b.

CARVALHO, F.P.C. **Fatores de variação dos resultados da análise química e granulométrica de fertilizantes.** 1995. 105 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1995. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11140/tde-20181127-160342/publico/CarvalhoFernandoJosePereiraCampo.pdf>. Acesso em 20 out.2019.

CONSOLINI, F. et al. **Fertilizantes e corretivos: aspectos relevantes no controle de qualidade de resultados analíticos.** In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE METODOLOGIA E GESTÃO DE LABORATÓRIOS DA EMBRAPA**,** 2012, Pirassununga. Anais... Pirassununga: EMBRAPA, 2012. p.19-30.

COSTA L.M. e SILVA, M.F.O. **A indústria química e o setor de fertilizantes.** Brasília-DF: BNDES, 2014.

DAMINATO, B. e BENITIZ, L. **Caracterização das movimentações de fertilizantes no Brasil.** Grupo de Pesquisa e Extensão em Logística Agroindustrial - ESALQ-LOG, 2015. Disponível em: <https://esalqlog.esalq.usp.br/sobre-o-esalq-log>, acesso em set.2019.

DIAS, V.P. e FERNANDES, E. **Fertilizantes**: uma visão global sintética. Brasília-DF: BNDES, 2006.

HOFFMEISTER, G. **Physical properties of fertilizers and methods for measuring them.** Muscles Shoals: National Fertiliser Development Center, 1979.

INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE – IPNI. Fertilizantes. 2019. Disponível em: <http://brasil.ipni.net/article/BRS-3132#aumentorelativo>, acesso em set.2019.

LOPES, A.S. e GUILHERME, L.R.G. Fertilidade do solo e produtividade agrícola. In: LAPIDO-LOUREIRO, F.E. et. al. **Fertilizantes, agroindústria e sustentabilidade.** Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2009.

SILVA, D.R.G. e LOPES, A.S. Princípios básicos para formulação e mistura de fertilizantes. Boletim Técnico - n.º 89, Lavras/MG, 2012. Disponível em: <http://livraria.editora.ufla.br/upload/boletim/tecnico/boletim-tecnico-89.pdf>, acesso em set.2019.

RAMSEY, M.H. e ELLISON, S.L.R. **Measuremente uncertainty arising from sampling:** A guide to methods and approaches. Eurachem/EUROLAB/CITAC/Nordtest/ac Working Group, 2007.

RODELLA, A.A. et.al. Requisitos de qualidade física e química de fertilizantes minerais. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V**. Nutrição e fertilização florestal.** Piracicaba: IPEF, 2000.

TRANI, P.E. e TRANI, A.L. **Fertilizantes:** cálculo de fórmulas comerciais. Boletim Técnico IAC, 2008. Campinas-SP: Instituto Agronômico, 2011.

VEGRO, C.L.R. **Mercado de Fertilizantes:** aumento das importações preocupa. Instituto de Economia Agrícola/ IEA, Boletim Técnico, 11/04/2018. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/TerTexto.php?codTexto=14447>, acesso em set.2019.

INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE – IPNI. Fertilizantes. 2019. Disponível em: <http://brasil.ipni.net/article/BRS-3132#aumentorelativo>, acesso em set.2019.