

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLOGIA
MESTRADO EM AGRONOMIA

JOÃO MIGUEL TOLEDO TOSATO

SEGREGAÇÃO NO TRANSPORTE DE FERTILIZANTES COMERCIALIZADOS EM
EMBALAGENS “BIG BAG”.

PONTA GROSSA
2006

JOÃO MIGUEL TOLEDO TOSATO

SEGREGAÇÃO NO TRANSPORTE DE FERTILIZANTES COMERCIALIZADOS EM
EMBALAGENS “BIG BAG”.

Dissertação apresentada para obtenção do Título de
Mestre em Agronomia na Universidade Estadual de
Ponta Grossa, área de concentração: Agricultura.

Orientador: Prof. Dr. Altair Justino

PONTA GROSSA
2006

JOÃO MIGUEL TOLEDO TOSATO

SEGREGAÇÃO NO TRANSPORTE DE FERTILIZANTES COMERCIALIZADOS EM
EMBALAGENS “BIG BAG”.

Dissertação apresentada para obtenção do título de mestre na Universidade Estadual de Ponta Grossa, Área de concentração Agricultura.

Ponta Grossa, 19 de setembro de 2006.

Prof. Dr. Altair Justino - Orientador
Doutor em Agronomia
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho “Campus de Botucatu”

Prof. Dr. Eduardo Fávero Caíres
Doutor em Agronomia
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho “Campus de Botucatu”

Prof. Dr. Marcelo Cabral Jahnel
Doutor em Agronomia
Universidade de São Paulo

Aos meus pais

Ivo Tosato

e

Conceição Toledo Tosato (in memoriam),

Que muitas vezes renunciaram as suas vontades, para fazer as minhas, anularam seus desejos, para realizar os meus; deixaram de “viver” as suas vidas, para me dar a vida. Se doaram, assumindo incondicionalmente a difícil missão de pais.

Aos meus irmãos e familiares,

pelo incentivo e força na busca dos objetivos.

À minha esposa, Edenilsa

pelo apoio e companheirismo

AGRADECIMENTOS

Ao Chefe do Núcleo Regional da SEAB de Ponta Grossa Engenheiro Agrônomo Oscar Weller, pelo apoio para que a realização deste trabalho se tornasse possível.

Aos Engenheiros Agrônomos Carlos Alberto Salvador, Eduardo Scucato e Lincoln E. A. de Camargo, pelo incentivo para a realização deste trabalho.

À Direção da Bunge Fertilizantes pela autorização e apoio, em especial aos Técnicos Tatiane S. Oliveira e Evilásio Wielewski e a todos os funcionários que de alguma forma participaram, sem os quais a realização deste trabalho não seria possível.

Em nome do Supervisor de Laboratório Ivan Luis Martins agradeço a todos os funcionários do Laboratório Rodes Química pelas análises realizadas e atenção dispensada.

Ao professor Dr David Ariovaldo Banzatto, pela colaboração na análise estatística.

RESUMO

Os fertilizantes minerais utilizados no Brasil são em sua grande maioria comercializados na forma de misturas de grânulos por propiciar, menores custos de armazenamento e transporte, além de apresentarem menor possibilidade de empedramento, maior facilidade de manuseio, simplificando a sua aplicação. Apesar das vantagens citadas, estas misturas, que podem apresentar dois ou três macronutrientes primários, macronutrientes secundários e micronutrientes, é de fundamental importância que os nutrientes estejam uniformemente distribuídos em todo o seu volume, para que haja uma distribuição homogênea na área de cultivo. Contudo, neste tipo de mistura podem ocorrer problemas de heterogeneidade pela segregação dos grânulos que também resultará na separação dos nutrientes, ocasionando uma aplicação irregular. A segregação é preocupante tanto do ponto de vista da aplicação do fertilizante, quanto do momento da amostragem por parte da fiscalização, podendo obter um resultado de análise que não corresponde à realidade da composição do produto. O volume de fertilizantes acondicionado em embalagem “Big Bag” impossibilita aos fiscais a homogeneização do produto previamente à amostragem, como é estabelecido pela legislação, no caso de embalagens menores, necessitando, portanto de uma metodologia de amostragem apropriada. Diante destes fatos, com o objetivo de avaliar a segregação de fertilizantes e determinar uma metodologia de amostragem para embalagem tipo Big Bag foi desenvolvido um estudo com duas fórmulas 02-30-10 e 12-15-15 acondicionadas em quatro “Big Bag” cada uma. Foram estabelecidas amostragens em três momentos distintos, sendo uma logo após o envase, outra após os Big Bags terem sido transportados em caminhão por 407 Km e a última após completar 696 Km, realizados em estradas de asfalto e de terra. Foi utilizada uma sonda de aço inox cano duplo com ponta cônica, para amostragem de cinco níveis distintos na horizontal, cinco no sentido vertical, uma no centro e em cada um dos cantos da embalagem e uma na diagonal, as quais individualmente foram acondicionadas para análise química e granulométrica. Retirou-se também uma amostra composta, que foi feita inserindo verticalmente a sonda em cada Big Bag em três pontos distintos, e depois foram juntadas as porções das quatro embalagens para a realização das análises. Os resultados das análises químicas e de granulometria, nos vários pontos de amostragens realizados na vertical, horizontal, diagonal, e composta, após o envase e os transportes dos Big Bag, nas duas fórmulas pesquisadas, nos indicam que se um fertilizante mistura de grânulos for elaborado com matérias-primas com grânulos de tamanhos homogêneos, dentro da variação de $\pm 5\%$ do SGN, apresentam menores problemas de segregação independente dos pontos de amostragens citados, conforme o ocorrido com a fórmula 12-15-15, e o uso de determinada matéria-prima com grânulos incompatíveis aos demais componentes da mistura, levam à condenação do produto tanto química quanto granulometricamente, conforme o ocorrido com a fórmula 02-30-10. O método de amostra composta mostrou ser eficiente apesar da reprovação granulométrica da formulação 02-30-10 (após envase e transporte de 696 km), fato justificado pela maior quantidade, tamanho e formato arredondado dos grânulos do superfosfato triplo (TSP).

Palavras-chave: Fertilizantes, Segregação, “Big Bag”, Amostragem.

ABSTRACT

The majority of mineral fertilizers used in Brazil are sold in the form of granules mixture in order to provide, lower storage and transportation costs, lower probability of hardening, easier handling and also to simplify its use. Despite the advantages mentioned, such mixtures, which might present two or three primary macronutrients, secondary macronutrients and micronutrients, must have these nutrients uniformly distributed, so that the distribution in the field is homogeneous. However, in this kind of mixture some problems of heterogeneity might occur due to the segregation of granules, which might result in segregation of nutrients that will produce irregular application. The segregation is worrying concerning the application of the fertilizer as well as the sampling by the inspector, once it might generate analysis result that does not match the product real composition. The volume of fertilizers in a “Big Bag” makes it impossible for the inspector to homogenize the product prior to sampling, as required by law, in the case of smaller packets, thus requiring its own sampling methodology. Therefore, with the aim of evaluating the segregation of fertilizers and determining a sampling methodology for the “Big Bag” packaging, a study was developed, based on two formulas 02-30-10 and 12-15-15 distributed into four Big Bags each. Three sampling at three different times were carried out. The first was performed soon after packaging, the second, after the Big Bags had been transported on a truck for 407 km and the last after 696 km, both on dirty road and on asphalt. A conic tip double tube steering steel probe, for the sampling of five distinct horizontal levels, five vertical, one in the middle and one in each corner of the packet as well as one diagonal, which went through granulometric and chemical analysis individually. One compound sample was produced by pushing the probe vertically at three distinct points, and later on adding to the four packets portions for analysis.

The results of granulometric and chemical analysis, at several points of sampling carried out in the vertical, horizontal e diagonal as well as the compound, after packaging and transportation of the Big Bags, in both formulas studied, show that if a grain mixture fertilizer is produced with raw-material with granules of homogeneous size, within the variation of $SGN \pm 5\%$, it presents fewer segregation problems regardless the sampling points mentioned, according to what happened to the formula 12-15-15, and the use of certain raw-material with granules which are incompatible to the other components in the mixture, lead to condensation of the product both chemically and granulometrically, according to what happened to the formula 02-30-10. The compound sample method proved itself efficient despite failing the granulometric analysis of the formula 02-30-10 (after packaging and transportation for 696 km), due to greater amount, size and round format of the triple superphosphate granules (TSP).

Key-words: fertilizers, segregation, “Big Bag”, sampling.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Matérias-primas utilizadas na composição da fórmula 02-30-10.....	41
Figura 2 - Curva de distribuição granulométrica da fórmula 02-30-10.....	43
Figura 3 - Matérias-primas utilizadas na composição da fórmula 12-15-15.....	43
Figura 4 - Curva de distribuição granulométrica da fórmula 12-15-15.....	45
Figura 5 - Envase dos “Big Bags”	45
Figura 6 - Detalhe da Identificação.....	46
Figura 7 - Detalhe da amostragem na horizontal.....	46
Figura 8 - Detalhe da amostragem no sentido vertical.....	47
Figura 9 - Carregamento da carreta.....	48
Figura 10 - Sonda para amostragem de fertilizantes.....	49
Figura 11 - Aspectos das análises químicas.....	50
Figura 12 - Jogo de peneiras utilizadas para as análises granulométricas.....	51
Figura 13 - Variações médias dos teores de N (%), média dos quatro “Big Bags” da fórmula 02-30-10 nas amostragens feitas na horizontal, vertical e diagonal, após o envase e os transportes.....	53
Figura 14 - Variação dos teores médios de N na fórmula 02-30-10, após o envase e os transportes, conforme tolerâncias constantes na Instrução Normativa nº 10/04 (Brasil, 2004b), nas amostras feitas na horizontal e na vertical.....	54
Figura 15 - Variações médias dos teores de P_2O_5 (%), dos quatro “Big Bags” da fórmula 02-30-10 nas amostras feitas na horizontal, vertical e diagonal, após o envase e os transportes.....	56
Figura 16 - Variação dos teores médios de P_2O_5 na fórmula 02-30-10, após o envase e os transportes, conforme tolerâncias constantes na Instrução Normativa nº 10/04 (Brasil, 2004b), nas amostras feitas na horizontal e na vertical.....	57
Figura 17 - Variações médias dos teores de K_2O (%), dos quatro “Big Bags” da fórmula 02-30-10 nas amostras feitas na horizontal, vertical e diagonal, após o envase e os transportes.....	59

Figura 18 -	Variação dos teores médios de K_2O na fórmula 02-30-10, após o envase e os transportes, conforme tolerâncias constantes na Instrução Normativa nº 10/04 (Brasil, 2004b), nas amostras feitas na horizontal e na vertical.....	60
Figura 19 -	Variações médias dos teores do somatório $N-P_2O_5-K_2O$ (%), dos quatro “Big Bags” na fórmula 02-30-10, nas amostras feitas na horizontal, vertical e diagonal, após o envase e os transportes.....	62
Figura 20 -	Variação dos teores do somatório $N-P_2O_5-K_2O$ na fórmula 02-30-10, após o envase e os transportes, conforme tolerâncias constantes na Instrução Normativa nº 10/04 (Brasil, 2004b), nas amostras feitas na horizontal e na vertical.....	63
Figura 21 -	Variação da porcentagem de material passante em peneira de 4,0 mm na fórmula 02-30-10, após o envase e os transportes, conforme tolerâncias constantes na Instrução Normativa nº 10/04 (Brasil, 2004b), nas amostras feitas na horizontal e vertical.....	66
Figura 22 -	Variações granulométricas retidas por peneira (ABNT) nas três situações avaliadas (envase e transportes), nos pontos de amostragens na horizontal e vertical. Médias dos quatro “Big Bags” da fórmula 02-30-10.....	67
Figura 23 -	Variações granulométricas retidas por peneira (ABNT) nas três situações avaliadas (envase e transportes), na diagonal. Média dos quatro “Big Bags” da fórmula 02-30-10.....	69
Figura 24 -	Variações granulométricas retidas por peneira (ABNT) nas três situações avaliadas (envase e transportes), na amostra composta da fórmula 02-30-10.....	71
Figura 25 -	Relação entre os teores de P_2O_5 e o percentual granulométrico de material passante em peneira de 4,0 mm, e entre os teores de P_2O_5 e de K_2O nos tratamentos da fórmula 02-30-10, após o envase e transportes.....	73
Figura 26 -	Relação entre os teores de K_2O e o percentual granulométrico de material passante por peneira de 4,0 mm, e entre os teores de K_2O e de N nos tratamentos da fórmula 02-30-10, após o envase e transportes.....	75
Figura 27 -	Relação entre os teores de N e o percentual granulométrico de material passante por peneira de 4,0 mm, e entre os teores de N e de P_2O_5 nos tratamentos da fórmula 02-30-10, após o envase e transportes.....	77
Figura 28 -	Variações médias dos teores de N (%), dos quatro “Big Bags” da fórmula 12-15-15 nas amostras feitas na horizontal, vertical e diagonal, após o envase e os transportes.....	79

Figura 29 -	Variação dos teores médios de N na fórmula 12-15-15, após o envase e os transportes, conforme tolerâncias constantes na Instrução Normativa nº 10/04 (Brasil, 2004b), nas amostras feitas na horizontal e na vertical.....	80
Figura 30 -	Variações médias dos teores de P_2O_5 (%) dos quatro “Big Bags” da fórmula 12-15-15, nas amostras feitas na horizontal, vertical e diagonal, após o envase e os transportes.....	82
Figura 31 -	Variação dos teores médios de P_2O_5 na fórmula 12-15-15, após o envase e os transportes, conforme tolerâncias constantes na Instrução Normativa nº 10/04 (Brasil, 2004b), nas amostras feitas na horizontal e na vertical.....	83
Figura 32 -	Variações médias dos teores de K_2O (%) dos quatro “Big Bags” da fórmula 12-15-15, nas amostras feitas na horizontal, vertical e diagonal, após o envase e os transportes.....	84
Figura 33 -	Variação dos teores médios de K_2O na fórmula 12-15-15, após o envase e os transportes, conforme tolerâncias constantes na Instrução Normativa nº 10/04 (Brasil, 2004b), nas amostras feitas na horizontal e na vertical.....	85
Figura 34 -	Variações médias dos teores do somatório N- P_2O_5 - K_2O (%), dos quatro “Big Bags” na fórmula 12-15-15, nas amostras feitas na horizontal, vertical e diagonal, após o envase e os transportes.....	87
Figura 35 -	Variação dos teores do somatório N- P_2O_5 - K_2O na fórmula 12-15-15, após o envase e os transportes, conforme tolerâncias constantes na Instrução Normativa nº 10/04 (Brasil, 2004b), nas amostras feitas na horizontal e na vertical.....	88
Figura 36 -	Variação da porcentagem de material passante em peneira de 4,0 mm na fórmula 12-15-15, após o envase e os transportes, conforme tolerâncias constantes na Instrução Normativa nº 10/04 (Brasil, 2004b), nas amostras feitas na horizontal e vertical.....	90
Figura 37 -	Variações granulométricas retidas por peneira (ABNT) nas três situações avaliadas (envase e transportes), nos pontos de amostragens na horizontal e vertical. Médias dos quatro “Big Bags” da fórmula 12-15-15.....	92
Figura 38 -	Variações granulométricas retidas por peneira (ABNT) nas três situações avaliadas (envase e transportes), na diagonal. Médias dos quatro “Big Bags” da fórmula 12-15-15.....	93
Figura 39 -	Variações granulométricas retidas por peneira (ABNT) nas três situações avaliadas (envase e transportes), na amostra composta da fórmula 12-15-15.....	96

Figura 40 -	Relação entre os teores de P_2O_5 e o percentual granulométrico de material passante em peneira de 4,0 mm, e entre os teores de P_2O_5 e de K_2O nos tratamentos da fórmula 12-15-15, após o envase e transportes.....	97
Figura 41 -	Relação entre os teores de K_2O e o percentual granulométrico de material passante por peneira de 4,0 mm, e entre os teores de K_2O e de N nos tratamentos da fórmula 12-15-15, após o envase e transportes.....	99
Figura 42 -	Relação entre os teores de N e o percentual granulométrico de material passante por peneira de 4,0 mm, e entre os teores de N e de P_2O_5 nos tratamentos da fórmula 12-15-15, após o envase e transportes.....	100

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Análises químicas e granulométricas das matérias-primas utilizadas na composição da fórmula 02-30-10.....	42
Tabela 2 -	Análises químicas e granulométricas das matérias-primas utilizadas na composição da fórmula 12-15-15.....	44
Tabela 3 -	Teores de N (%) na fórmula 02-30-10, nas três situações avaliadas. Valores médios dos quatro “Big Bags”.....	52
Tabela 4 -	Teores de P ₂ O ₅ (%) na fórmula 02-30-10, nas três situações avaliadas. Valores médios de quatro “Big Bags”.....	55
Tabela 5 -	Teores de K ₂ O (%) na fórmula 02-30-10, nas três situações avaliadas. Valores médios de quatro “Big Bags”.....	58
Tabela 6 -	Somatório dos teores da fórmula 02-30-10, nas três situações avaliadas. Valores médios de quatro “Big Bags”.....	61
Tabela 7 -	Resultados das análises de granulometria obtidos na média dos tratamentos dos quatro “Big Bags” para fórmula 02-30-10, após o envase e os transportes.....	64
Tabela 8 -	Teores de N, P ₂ O ₅ , K ₂ O, e soma dos nutrientes na amostra composta da fórmula 02-30-10, após o envase e os transportes.....	69
Tabela 9 -	Resultados das análises de granulometria obtidos na amostra composta para fórmula 02-30-10, após o envase e os transportes.....	70
Tabela 10 -	Teores de N (%) na fórmula 12-15-15, nas três situações avaliadas. Valores médios dos quatro “Big Bags”.....	78
Tabela 11 -	Teores de P ₂ O ₅ (%) na fórmula 12-15-15, nas três situações avaliadas. Valores médios dos quatro “Big Bags”.....	81
Tabela 12 -	Teores de K ₂ O (%) na fórmula 12-15-15, nas três situações avaliadas. Valores médios dos quatro “Big Bags”.....	83
Tabela 13 -	Somatório dos teores na fórmula 12-15-15, nas três situações avaliadas. Valores médios dos quatro “Big Bags”.....	86
Tabela 14 -	Resultados das análises de granulometria obtidos na média dos tratamentos dos quatro “Big Bags” para fórmula 12-15-15, após o envase os transportes.....	88
Tabela 15 -	Teores de N, P ₂ O ₅ , K ₂ O, e soma dos nutrientes na amostra composta da fórmula 12-15-15, após o envase e os transportes.....	94

Tabela 16 - Resultados das análises de granulometria obtidos na amostra composta para fórmula 12-15-15, após o envase e os transportes.....	95
--	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	17
2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA.....	20
2.1. Consumo de fertilizantes e a produção agrícola.....	20
2.2. Produtividade máxima econômica.....	21
2.3. Extração e exportação de nutrientes.....	22
2.4. Características de qualidade dos fertilizantes.....	24
2.4.1. Natureza física.....	25
2.4.2. Natureza físico - química.....	27
2.4.3. Natureza química.....	29
2.4.4. Mistura de grânulos.....	30
2.4.5. Segregação.....	33
2.5. Embalagens de fertilizantes em “Big Bag”.....	35
2.6. Qualidade dos fertilizantes comercializados no Paraná.....	37
2.6.1. Amostras de fertilizantes.....	38
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	41
3.1. Fertilizantes.....	41
3.1.1. Caracterização das matérias-primas.....	41
3.2. Envase dos “Big Bags”.....	45
3.3. Experimentos.....	47
3.4. Tratamentos.....	48
3.5. Parâmetros avaliados.....	49
3.6. Delineamento experimental.....	51
3.7. Análises estatísticas.....	51

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	52
4.1. Fórmula 02-30-10.....	52
4.1.1. Análises químicas.....	52
4.1.1.1. Avaliação do teor de nitrogênio (N).....	52
4.1.1.2. Avaliação do teor de fósforo (P_2O_5).....	55
4.1.1.3. Avaliação do teor de potássio (K_2O).....	58
4.1.1.4. Avaliação do somatório de NPK.....	61
4.1.2. Análise granulométrica.....	63
4.1.3. Avaliação da amostra composta.....	69
4.1.3.1. Avaliação química.....	69
4.1.3.2. Avaliação granulométrica.....	70
4.1.4. Avaliação da relação entre os resultados das análises granulométricas e químicas.....	72
4.1.4.1. Granulometria e os teores de P_2O_5 e relação entre os teores de P_2O_5 e K_2O	72
4.1.4.2. Granulometria e os teores de K_2O e relação entre os teores de K_2O e N.....	75
4.1.4.3. Granulometria e os teores de N e entre os teores de N e P_2O_5	76
4.2. Fórmula 12-15-15.....	78
4.2.1. Análises químicas.....	78
4.2.1.1. Avaliação do teor de nitrogênio (N).....	78
4.2.1.2. Avaliação do teor de fósforo (P_2O_5).....	81
4.2.1.3. Avaliação do teor de potássio (K_2O).....	83
4.2.1.4. Avaliação do somatório de NPK.....	85
4.2.2. Análise granulométrica.....	88
4.2.3. Avaliação da amostra composta.....	94

4.2.3.1. Avaliação química.....	94
4.2.3.2. Avaliação granulométrica.....	95
4.2.4. Avaliação da relação entre os resultados das análises granulométricas e químicas.....	96
4.2.4.1. Granulometria e os teores de P_2O_5 e relação entre os teores de P_2O_5 e K_2O	96
4.2.4.2. Granulometria e os teores de K_2O e relação entre os teores de K_2O e N.....	98
4.2.4.3. Granulometria e os teores de N e relação entre os teores de N e P_2O_5	99
5. CONCLUSÃO.....	102
REFERÊNCIAS.....	103
ANEXOS.....	107
Anexo I - Teores de N, P_2O_5 e K_2O em % da fórmula 02-30-10, nas amostras feitas nas horizontais, verticais e na diagonal, dos “Big Bags” A, B, C e D, após o envase e os transportes.....	108
Anexo II - Teores de N, P_2O_5 e K_2O em % da fórmula 12-15-15, nas amostras feitas nas horizontais, verticais e na diagonal, dos “Big Bags” E, F, G, H, após o envase e os transportes.....	109
Anexo III - Resultado das análises de granulometria em % de material retido por peneira por “Big Bag” para a fórmula 02-30-10, após envase em todos os tratamentos.....	110
Anexo IV - Resultado das análises de granulometria em % de material retido por peneira por “Big Bag” para a fórmula 02-30-10, em todos os tratamentos, após transporte por 407 Km.....	111
Anexo V - Resultado das análises de granulometria em % de material retido por peneira por “Big Bag” para a fórmula 02-30-10, em todos os tratamentos, após transporte por 696 Km.....	112
Anexo VI - Resultado das análises de granulometria em % de material retido por peneira por “Big Bag” para a fórmula 12-15-15, após envase, em todos os tratamentos.....	113
Anexo VII - Resultado das análises de granulometria em % de material retido por peneira por “Big Bag” para a fórmula 12-15-15, em todos os tratamentos, após transporte por 407 Km.....	114

Anexo VIII - Resultado das análises de granulometria em % de material retido por peneira por “Big Bag” para a fórmula 12-15-15, em todos os tratamentos, após transporte por 696 Km.....	115
---	------------

1 INTRODUÇÃO

O uso de tecnologias sustentáveis que levem ao um aumento na produção agropecuária brasileira, se constitui em forte instrumento de preservação ambiental, diminuindo ou até mesmo eliminando o desmatamento desenfreado, muitas vezes de áreas não adaptadas ao processo intensivo de exploração. Entre elas, o uso eficiente de fertilizantes e corretivos agrícolas é responsável, dentre os diversos fatores de produção, por cerca de 50% dos aumentos de produção e produtividade das culturas, o que pode fazer com que o Brasil possa exercer em sua plenitude, uma das suas maiores vocações naturais, ocupando o espaço que lhe é reservado de grande potência mundial na produção de alimentos em futuro próximo (LOPES; GUILHERME; SILVA, 2003).

A agricultura de precisão é uma tecnologia que otimiza o gerenciamento dos estabelecimentos agrícolas pelo uso racional dos insumos agrícolas, minimização dos impactos ambientais e a maximização da qualidade da produtividade e do retorno financeiro. A utilização de mapas digitais de produtividade fornece informações importantes no gerenciamento agrícola, sendo que através destes mapas a quantidade de nutrientes extraídos pelas plantas pode ser calculada e a reposição estimada na quantidade suficiente à reposição, evitando excesso de adubação (AGRICULTURA, 2000).

No Brasil, o clima é dos mais favoráveis, dispondo em abundância, de radiação solar, temperatura adequada e água. Em termos de solo, a área agricultável é também imensa. Nestas condições naturais privilegiadas, ocorrem algumas deficiências como: desuniformidade pluvial e solos com acidez elevada e pobres em nutrientes. Porém, são deficiências corrigíveis do ponto de vista técnico, através da irrigação, calagem e adubação. É por isso que o Brasil é conceituado como “um País eminentemente agrícola” e que está predestinado a ser o “celeiro do mundo”(ALCARDE; GUILDOLIN e LOPES,1998).

Segundo Balastreire e Coelho (2000, p. 15), adubação com fertilizantes minerais é indispensável na agricultura moderna, por ser a forma mais rápida, eficiente e de menor custo operacional para melhorar as características químicas do solo, principalmente no que se refere ao aumento de disponibilidade de nutrientes para as plantas cultivadas.

Segundo Hauser apud Rodella e Alcarde (1994), para que a adubação cumpra os objetivos que se propõe, ou seja, suprir as necessidades nutricionais das plantas, uma quantidade de fertilizante de composição determinada, estabelecida segundo critério racional, deverá ser distribuída no solo. Isso depende, entre outros fatores, do equipamento empregado, das características físicas e do teor de nutrientes do produto, o qual é garantido pelos fornecedores, e confirmado através de análises químicas.

A necessidade de alimentar uma população cada vez mais numerosa e mais exigente faz com que a agricultura necessite obter maiores rendimentos por unidade de área. Para isso, a utilização de todos os fatores envolvidos na produção é indispensável, entre eles o uso de fertilizantes é um dos principais meios disponíveis (SANTOS, 1983).

Em 1940, a produção agrícola dos Estados Unidos da América (EUA) foi de 252 milhões de toneladas em 129 milhões de hectares, devido ao pouco uso de fertilizantes. Já, em 1990, com o uso de fertilizantes, a produção agrícola norte americana foi de 600 milhões de toneladas em 119 milhões de hectares. Com a tecnologia de 1940, os EUA precisariam cultivar 100 milhões de hectares adicionais de terra, para atingir a produção de 1990, o que seria alcançado, arando-se 73% das pastagens extensivas ou convertendo 61% das florestas em área de cultivo. No Brasil, para que obtivéssemos a produção agrícola total de 2002, mas com as produtividades de 1970, teríamos que estar cultivando mais do que o dobro da área em 2002. Dados da FAO estimam que cada tonelada de fertilizante equivale à produção de quatro novos hectares sem o uso de fertilizantes (LOPES; GUILHERME; SILVA, 2003).

O consumo de fertilizantes no Brasil passou de 11866 milhões de toneladas em 1996, para 22793 milhões de toneladas até o final de 2004.

As embalagens “Big Bag” apresentam vantagens de redução de tempo de envase e carregamento das adubadoras, facilidade de armazenamento, manipulação mecânica com maior rapidez e com redução de custos para carregamento e descarregamento, redução das perdas por manuseio excessivo e danos à sacaria. A desvantagem do uso dessa tecnologia é a necessidade do distribuidor e do agricultor investir em equipamento para levantar e movimentar as embalagens dentro do local de produção e comercialização, como para armazenamento e distribuição do fertilizante na fazenda (IFA/UNEP, 2000).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a segregação de duas formulações de fertilizantes de natureza física mistura de grânulos NPK, acondicionadas em embalagens tipo “Big Bag”, após o envase e transportes, visando desenvolver uma metodologia de amostragem para fins de fiscalização.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Consumo de fertilizantes e a produção agrícola

Os impactos ambientais provocados pelas práticas agrícolas, inclusive o uso de fertilizantes, são secundários em relação aos benefícios, pois, sem o uso destas tecnologias seria necessário utilizar maiores quantidades de área para produzir a mesma quantidade de alimentos. Assim, os impactos ambientais seriam bem maiores devido ao desmatamento, à destruição adicional pela erosão eólica e hídrica, e a extinção de espécies de vida selvagem por destruição de seu habitat. Daí, a importância do uso de tecnologias sustentáveis que levem ao aumento da produtividade agropecuária nas áreas já incorporadas ao processo produtivo, deixando mais espaço para a vida silvestre, a manutenção da biodiversidade e a preservação da natureza (LOPES; GUILHERME; SILVA, 2003).

Segundo Miller (1980), a qualidade das culturas para fins alimentares e para alimentação animal foi muito melhorada pelo uso de fertilizantes. Smith apud Miller (1980), já comentava sobre o aumento no teor de minerais de nossos alimentos, desde que se iniciou a adição de nutrientes de plantas através dos fertilizantes. Ele acentua que o raquitismo em crianças se tornou uma raridade nos EUA, desde que se iniciou o uso de fertilizantes. Do mesmo modo, o aumento no teor de proteína, em muitos alimentos e forragens, melhoraram as dietas tanto do homem como dos animais. A eficiência também melhorou, como se evidencia pelo aumento da produção de carne, leite e ovos.

O aumento no consumo e o uso eficiente de fertilizantes minerais que ocorreu no Brasil e se manteve nos últimos anos é, certamente, componente importante no aumento da produção e da produtividade da maioria das culturas segundo Lopes; Guilherme e Silva (2003, p.7).

A importância dos fertilizantes minerais no processo produtivo da agricultura brasileira pode ser observada pela alta correlação entre o consumo desse insumo e a produção agrovegetal (LOPES, 1994).

No Brasil houve aumento de 75,7 % na produção agro-vegetal e de 98,7% na produção de grãos de cereais e oleaginosas de 1982 a 2003, sendo que o aumento da área colhida nesse período foi de apenas 11,9%, e isto foi possível devido ao aumento no uso de fertilizantes (ANDA, 2004).

2.2 Produtividade máxima econômica

O mais importante para o agricultor não é a produtividade máxima, e sim o nível de produtividade que proporciona o maior lucro. Não interessa usar adubo além de um dado nível ou quantidade, pois, se isso for feito, a produção poderá continuar a crescer, mas o aumento na colheita não paga o adubo adicional aplicado (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

O agricultor não deve esquecer que as respostas às doses crescentes de fertilizantes não são lineares e a eficiência da adubação é a obtenção dos maiores acréscimos de produtividade por unidade de quantidade de adubo empregada (ALCARDE; GUILDOLIN; LOPES, 1998).

A contribuição dos fertilizantes no aumento da produtividade das culturas é da ordem de 30% a 50%, enquanto os demais fatores de produção (variedades melhoradas, sementes selecionadas, práticas culturais, controle de pragas e doenças, etc.) contribuem com os 70% a 50% restantes (ALCARDE; GUILDOLIN; LOPES, 1998, p. 17-18).

A análise de solo e o histórico da área são instrumentos que permitem a elaboração da indicação de adubação que oferece menores riscos. Os fertilizantes empregados nas quantidades que darão o maior retorno, sem diminuir a fertilidade do solo, são de grande

importância econômica para o agricultor, haja visto, que os fertilizantes constituem uma fração considerável do custo de produção da lavoura (CALAGEM E ADUBAÇÃO, 2004).

2.3 Extração e exportação de nutrientes

Os solos perdem nutrientes pelo arraste de partículas pela erosão, perda de elementos solúveis por lixiviação e pela remoção dos nutrientes pelas colheitas sucessivas. Os elementos que mais rapidamente se esgotam do solo por serem intensamente utilizados pelas plantas são o nitrogênio, e o potássio, é por isso, que a maioria dos fertilizantes são ricos nesses elementos (QUIMBRASIL, 1983).

Os nutrientes removidos pelas culturas devem ser repostos para manter os níveis de fertilidade do solo e a produtividade em longo prazo. A aplicação de materiais orgânicos disponíveis na propriedade ou na comunidade é uma maneira de suprir a necessidade de nutrientes pelas plantas, mas estes materiais são insuficientes para repor os nutrientes removidos do solo. O uso eficiente de fertilizantes minerais na reposição de nutrientes é o fator que, isoladamente, mais contribui para o aumento da produtividade agrícola (IFA/UNEP, 2000).

Os elevados custos da atividade agrícola obrigam o agricultor a se organizar e a buscar cada vez mais informações para uma correta tomada de decisão. Neste contexto, o conhecimento da extração e exportação de nutrientes pelas culturas cultivadas é de grande importância para uma correta adubação, sendo que os valores correspondentes à extração se referem à quantidade do nutriente contida na parte aérea das culturas, incluindo os grãos, enquanto os valores da exportação representam a quantidade de nutriente contida somente nos grãos (PAULETTI, 1998).

As culturas para se desenvolver e atingir boas produções necessitam de nutrientes minerais e quando qualquer um dos elementos essenciais às plantas não é encontrado no solo, ele deve ser adicionado através de uma adubação correta (BRASIL, 2002).

A adubação correta é um assunto complexo que exige conhecimento agrônômico sobre o estado nutricional do solo, das características físico-químicas que afetam a disponibilidade dos nutrientes para as plantas e das exigências nutricionais das plantas. A adubação visa manter o equilíbrio nutricional da planta ao longo do seu desenvolvimento, e uma aplicação excessiva é antieconômica, e quando desequilibrada, com aplicação de alguns nutrientes em excesso e falta de outros, causará comprometimento irreversível no desempenho da lavoura (IPIRANGA SERRANA FERTILIZANTES, 198?).

As culturas possuem necessidades de vários nutrientes em quantidades distintas para cada um deles. Quando uma planta possui carência de dois elementos nutritivos, não se resolverá o problema disponibilizando apenas um deles, mesmo que para o outro as necessidades sejam em quantidades bem menores. A lei do mínimo enunciada por Liebig em 1843, até os dias atuais é de grande importância para a fertilização, pois, ela adverte para que seja dada a devida atenção para todos os elementos nutritivos que sejam fornecidos às plantas (SANTOS, 1983).

O objetivo da adubação é manter a fertilidade do solo e prover a planta dos elementos necessários para obtenção de produtividade economicamente viável, além de provocar na planta modificações fisiológicas a ponto de alterar sua capacidade de suportar ataque de pragas e infecções por agentes fitopatogênicos (BORTOLLI; MAIA, 1994).

De acordo com Chaboussou apud Bortolli e Maia (1994, p. 54), tanto o excesso como a carência de nutrientes pode romper o equilíbrio fisiológico normal da planta, alterando sua resistência natural.

2.4 Características de qualidade dos fertilizantes

Os fertilizantes minerais possuem características de qualidade que podem ser classificadas quanto à sua natureza física, química e físico-química. Diferentemente das características químicas, as características físicas são mais difíceis de serem controladas pela legislação oficial, por existir diferentes tipos de formulações NPK na forma de mistura de grânulos a qual pode apresentar evidências de separação. Tal problema poderia ser minimizado se as empresas utilizassem matérias-primas com partículas de tamanhos uniformes na composição das fórmulas, mas tal fato é dificultado devido à importação de parte das matérias-primas e também devido à consistência, que é o grau de dureza ou resistência à quebra das partículas, que podem originar formação de pó, resultando em partículas não uniformes (POUYÚ ROJAS, 2005).

O fabricante de fertilizante é responsável pela qualidade de seus produtos tanto junto aos seus clientes, quanto junto às autoridades que fiscalizam o cumprimento das leis, as quais também especificam as informações que devem constar nos rótulos e concedem licenças para o funcionamento das firmas (SLACK, 1980).

Além das propriedades químicas, outras características de qualidade dos fertilizantes de grande importância são as propriedades físicas, pois, pode ocorrer a segregação durante a amostragem nos depósitos, no preparo da amostra em laboratório ou em ambas as etapas simultaneamente, ou mesmo amostra correta de material já segregado, resultando na acentuada discrepância entre teores de nutrientes garantidos e determinados (RODELLA; ALCARDE, 1994).

O controle de qualidade deve ser uma preocupação constante, com atenção voltada a todas as fases do processo tecnológico, iniciando com matérias-primas com partículas padronizadas quanto à composição, solubilidade, tamanho, forma e densidade, fabricação

voltada para obtenção de produtos uniformes e cuidados com a embalagem, armazenagem e distribuição do fertilizante (MALAVOLTA, 1978).

A qualidade de um fertilizante depende quase que exclusivamente das matérias-primas utilizadas, as quais devem ser de alta qualidade, devendo ser checadas no recebimento, com definições das especificações químicas e granulométricas acordadas entre o produtor e o fornecedor (EUROPEAN BLENDERS ASSOCIATION, 1997).

2.4.1 Natureza física

Os fertilizantes podem se apresentar nos estados físicos: sólido, líquido e gasoso, sendo a forma sólida a mais utilizada no Brasil, a utilização da forma líquida vem crescendo, já a forma gasosa praticamente não é utilizada. Os fertilizantes sólidos possuem tamanho e forma bastante variados, sendo que a forma está mais relacionada com a fluidez e o tamanho com os fenômenos que dependem do contato tais como a velocidade de dissolução e a absorção de umidade atmosférica (ANDA, 1988).

A análise granulométrica é o estudo da distribuição de tamanhos de partículas em um lote, a qual fornece informações como: estabelecimento do grau de liberação de partículas em intervalos de tamanhos definidos, controle de especificação de mercado, avaliação da eficiência de equipamentos ou processos de separação por tamanho. O método utilizado e mais antigo de análise granulométrica é o peneiramento, o qual consiste na passagem de partículas por uma série de peneiras superpostas cujas aberturas são sucessivamente menores (SOUZA, 1995).

Os fertilizantes sólidos podem se apresentar na forma de pó, farelado, farelado grosso, microgranulado, granulado, mistura granulada e mistura de grânulos, conforme especificações estabelecidas na Instrução Normativa nº 10 de 28 de outubro de 2004 (BRASIL, 2004b).

No Brasil as especificações granulométricas contidas na legislação são muito amplas, não atendendo ao aspecto segregação devido ao fato dos processos tecnológicos de produção serem importados e diferentes de uma fábrica para outra, não permitindo ajustes acentuados para a granulometria, os quais quando possíveis são economicamente inviáveis. Com um pouco de esforço os fabricantes podem conseguir estreitar a variação granulométrica entre os fertilizantes simples atendendo melhor ao aspecto segregação (ALCARDE, 1992).

A segregação em uma mistura de grânulos pode levar a irregularidades na adubação, devido à separação das partículas principalmente em função do seu tamanho. A segregação pode ser prevista pelo método desenvolvido pelo Instituto de Fertilizantes do Canadá, através da determinação do tamanho médio da partícula e do índice de uniformidade, nas matérias-primas a serem utilizadas nas misturas (BERTOLOTTI et al., 2000).

O tamanho médio da partícula conhecido por SGN (Size Guide Number), é o diâmetro da partícula média, expresso em milímetros, e multiplicado por 100. Assim, determina o tamanho de partícula do fertilizante que divide o volume em duas metades iguais, ou seja, uma metade contém todas as partículas maiores e a outra toda as partículas menores. No Canadá, as matérias-primas utilizadas nas misturas têm um SGN médio em torno de 220, podendo alguns produtos apresentar amplitude de 160 a 280 de SGN. O índice de uniformidade conhecido por UI (Uniformity Index), é a relação de tamanhos das “partículas pequenas” para as “partículas grandes” no produto, sendo que esta relação é expressa em porcentagem. Portanto, um índice de uniformidade de 100% significa que todas as partículas têm o mesmo tamanho (CANADIAN FERTILIZER INSTITUTE, 1986).

O SGN pode ser calculado através de uma análise granulométrica, com ajuda de um software desenvolvido para esta finalidade. Uma mistura adequada será obtida caso os componentes da mistura apresentem SGN e UI de até 10% em relação ao valor médio, sendo

recomendada uma variação de 5% para selecionar com maior rigor as matérias-primas (EUROPEAN BLENDERS ASSOCIATION, 1997).

O diâmetro de partícula médias, denominado de SGN, é utilizado pela maioria dos produtores canadenses de potássio, nitrogênio e fósforo, sendo que algumas das empresas misturadoras de fertilizantes que estão usando este sistema relataram uma redução nas deficiências de nutrientes encontradas nas amostras oficiais (GOSSELIN, 1983).

Os grânulos dos fertilizantes devem ser controlados tecnicamente a fim de evitar a ocorrência de quebra por esforços durante o armazenamento (empilhamento) e transporte, fato que originaria partículas de diferentes tamanhos provocando segregação. Portanto, a dureza que é uma característica de natureza física e depende da origem do material e da umidade, sendo que os grânulos, não podem ser tão resistentes a ponto de impedir a dissolução dos nutrientes e nem tão susceptível à quebra (ALCARDE, 1992).

Segundo Lopes e Guilherme (1989, p. 12), outra característica de natureza física dos fertilizantes sólidos é a capacidade de livre escoamento por determinados espaços, conhecida por fluidez, a qual depende da higroscopicidade, uniformidade no tamanho e formas das partículas.

De acordo com Alcarde (1992, p. 280), a fluidez é uma característica fundamental para a eficiência da adubação, tanto no aspecto técnico como econômico, e pode comprometer a uniformidade da distribuição e o rendimento da aplicação.

2.4.2 Natureza físico-química

A solubilidade, higroscopicidade e o empedramento são importantes características de qualidade de natureza físico-química dos fertilizantes e no caso da solubilidade, os fertilizantes eficientes são aqueles que são solúveis na solução do solo a ponto de colocar os nutrientes à disposição das plantas. Porém, produtos de alta solubilidade em água têm seus

aspectos negativos devido aos nutrientes ficarem mais vulneráveis às perdas (ALCARDE, 1992).

A granulação é uma tecnologia utilizada para minimizar os aspectos negativos da solubilidade dos fertilizantes, devido à maioria dos processos de produção originarem produtos de granulometria fina, o que favorece a solubilidade. Através da granulação aumenta-se o tamanho das partículas minimizando assim os inconvenientes da solubilidade e higroscopicidade.

A granulometria fina deve ser preferida para fertilizantes pouco solúveis em água, devendo ser tanto maior quanto menor a solubilidade do produto (ANDA, 1988).

A tendência que os fertilizantes apresentam de absorver umidade do ar atmosférico é outra importante característica de qualidade dos fertilizantes de natureza físico-química, sendo que para cada fertilizante simples ou mistura existe um máximo de umidade relativa do ambiente que o produto pode ser exposto sem absorver umidade, e fertilizantes úmidos apresentam inconvenientes como: dificuldade de manuseio e distribuição, diminuição da resistência das partículas e empedramento (ALCARDE et al., 1992; LOPES; GUILHERME, 1989).

É relativamente freqüente encontrar no mercado produtos com umidade excessiva devido ao não uso de tecnologias para reduzir a higroscopicidade, entre elas o aumento do tamanho e revestimento dos grânulos, secagem no processo de granulação, o que permite compatibilizar matérias-primas até então consideradas incompatíveis higroscopicamente (ALCARDE, 1992).

O empedramento é um fenômeno que ocorre com a recristalização das partículas do fertilizante dissolvido pela umidade, devido à elevação da temperatura e a queda da umidade relativa do ar, provocando a cimentação das partículas, formando uma massa com dimensões muito maiores que as das partículas originais (ANDA, 1991; LOPES; GUILHERME, 1989).

Segundo Calmanovici (1986, p. 15), os fertilizantes minerais em pó ou em grânulos possuem tendência de formar aglomerados, os quais podem dificultar ou comprometer uma adubação adequada.

Para Alcarde (1992, p. 285), o empedramento é uma ocorrência que pode ser evitada ou minimizada através da observância das técnicas de redução da higroscopicidade na produção e no armazenamento.

2.4.3 Natureza química

A concentração de nutrientes é uma das principais características de qualidade dos fertilizantes e o seu conhecimento exato em uma formulação é necessária na definição das doses a serem aplicadas (ALCARDE, 1994).

O uso de fertilizantes com alta concentração de nutrientes apresentam vantagens econômicas quanto ao armazenamento, transporte e distribuição, mas não deve ser rejeitada, a idéia do uso de fertilizantes com baixa concentração de nutrientes, pois deve ser considerada a possibilidade de toxidez por excesso, em especial de micronutrientes (ANDA, 1988).

Segundo Malavolta (1967 p. 225), os adubos mistos devem apresentar uma alta concentração de elementos em estado assimilável pelas culturas, estando eles em proporções equilibradas.

A garantia do teor de nutrientes é o principal foco da fiscalização, realizada através de amostragens e análises em laboratório oficial, e no caso de comprovação de teor de nutrientes fora das tolerâncias permitidas pela legislação, o fertilizante é retirado do mercado e o fabricante é multado (SLACK, 1980).

2.4.4 Mistura de grânulos

Os processos de granulação são um dos maiores avanços tecnológicos na produção de misturas de fertilizantes, sendo função de exigências do consumidor e do produtor visando a menor formação de poeira, redução da possibilidade de empedramento, facilitando o manuseio e assegurando uma melhor aplicação com uniformidade de teor de nutrientes (INSTITUTO DE PLANEJAMENTO ECONÔMICO E SOCIAL, 1975).

A mistura de grânulos é aquela em que os componentes são granulados e a mistura preparada a partir dos mesmos. Nesse caso, cada grânulo não contém os três elementos (NPK), e sim os nutrientes estão contidos nos grânulos separadamente. Na mistura feita com uréia, superfosfato triplo e cloreto de potássio, haverá grânulos constituídos apenas de uréia (nitrogênio), de superfosfato triplo (fósforo) e de cloreto de potássio (potássio). Os fertilizantes podem apresentar dois ou três dos macronutrientes primários (N, P_2O_5 e K_2O), além de macronutrientes secundários (cálcio, magnésio e enxofre) e micronutrientes (ANDA, 1971).

As misturas de grânulos apresentam várias vantagens como: adubação uniforme em toda a área; os técnicos utilizam apenas as matérias-primas que podem ser misturadas evitando reações químicas; permitem que os agricultores façam adubações mais ou menos acertadas; e devido à concentração de nutrientes reduzirem gastos com transportes. As desvantagens principais são: geralmente não satisfazem a contento às necessidades das plantas necessitando quase sempre de complementação de micronutrientes; não são bem equilibradas, pois as fábricas tendem a forçar a proporção dos fertilizantes mais baratos e reduzir a dos mais caros; o preço é quase sempre bastante elevado (GOMES, 1977).

A mistura de grânulos tem sido praticada por mais de 40 anos, e em alguns países como é o caso do Brasil, correspondem à maior proporção dos fertilizantes comercializados, tendo como vantagens a versatilidade, pois, com um número limitado de matérias-primas,

consegue-se um número infinito de formulações, as quais são preparadas de acordo com as condições do solo e necessidade das plantas, evitando excessos de nutrientes que poderiam afetar o meio ambiente, e também proporcionando economia (EUROPEAN BLENDERS ASSOCIATION, 1997).

Diferentes métodos são utilizados para produzir granulados como a ampliação de pós do fertilizante através de reação química em presença de vapor d'água, obtendo-se o grânulo onde todas as matérias-primas estão incorporadas e que o mesmo individualmente contém todos os nutrientes na relação correta. A energia requerida para secagem e a falta de flexibilidade para alterar a formulação, restringem a produção de algumas fórmulas, tornando o processo de fabricação oneroso.

Outro método para produzir fertilizantes granulados é a mistura de grânulos de matérias-primas individuais, produzindo a fórmula que se deseja. Neste caso, os grânulos individualmente possuem índices de nutrientes muito diferentes, tendo como desvantagem misturas que podem segregar durante o carregamento e transporte, causando distribuição irregular na área de cultivo. As principais vantagens deste método são a utilização de instalações industriais de baixo custo e a possibilidade de rapidamente elaborar fórmulas diferentes em larga escala com número limitado de matérias-primas granuladas, reduzindo com isso o custo de produção (AN ECONOMICAL..., 2004).

Outra vantagem das misturas de grânulos deve-se à menor higroscopicidade do produto granulado, evitando problemas de empastamento e empedramento comuns nos fertilizantes farelados. Desde que não haja problemas de incompatibilidade química, qualquer elemento simples se presta para a elaboração de misturas de grânulos (ULTRAFÉRTIL, 1978).

Os fertilizantes sólidos granulados podem se apresentar como misturas de dois ou mais fertilizantes granulados ou misturas granuladas, onde cada grânulo contém todos os

nutrientes garantidos, sendo que a granulometria é determinada pelo tamanho e forma de suas partículas, e como consequência da composição granulométrica, os fertilizantes podem apresentar o fenômeno da separação das partículas por ordem de tamanho (POUYÚ ROJAS, 2005).

A constituição de misturas de grânulos com partículas de tamanhos não uniformes levam à segregação, dificultando a aplicação correta na área de cultivo e causando problemas nas análises químicas (RODELLA; ALCARDE, 1994).

Segundo Mortvedt apud Lopes (1999, p. 10), o principal problema encontrado com a aplicação de micronutrientes em misturas de grânulos é que pode ocorrer segregação durante a mistura e, subseqüentemente, durante o manuseio e aplicação devido a não uniformidade no tamanho dos grânulos.

Segundo Lopes (1999, p. 10), uma das alternativas para aumentar a uniformidade de distribuição visando a maior eficiência é a mistura de fontes de micronutrientes com mistura de grânulos NPK.

A elaboração de uma mistura de grânulos requer matérias-primas com tamanhos de partículas próximas sendo este fator essencial para evitar a segregação. Isto exige um controle rigoroso da matéria-prima adquirida, sendo necessário um sistema automatizado de pesagem. As matérias-primas devem ser misturadas em um misturador eficiente e após, deve-se manusear o menos possível antes do ensacamento. Para evitar higroscopicidade deve-se utilizar sacos apropriados para que a umidade não entre no saco durante o armazenamento ou o transporte. A mistura de grânulos aceitável deve ter livre fluidez, análise química e granulométrica correspondente à especificação do produto, não deve segregar e deve ser razoavelmente não higroscópica (FORMISANI, 2005).

2.4.5 Segregação

A segregação é o fenômeno da separação das partículas dos fertilizantes que ocorre devido às diferenças nas propriedades físicas, associadas à movimentação das partículas durante a fabricação, o armazenamento, o transporte ou a aplicação no solo.

As características mais comuns dos fertilizantes que geram a segregação são: o tamanho, a densidade e a forma das partículas. A principal característica é o tamanho das partículas, uma vez o formato está mais relacionado com a fluidez, em que os grãos bem arredondados fluem livremente e podem segregar rapidamente quando em contato com grãos angulados (EUROPEAN BLENDERS ASSOCIATION, 1997).

As duas condições necessárias para que ocorra a segregação em misturas de fertilizantes são o movimento relativo entre as partículas e diferenças em uma ou mais características das partículas, as quais são sensíveis ao movimento. Entre os procedimentos de manejo que causam relativo movimento entre as partículas e que mais induz a segregação estão: a queda livre que leva a formação de uma pilha inclinada de grânulos de fertilizantes denominada de “cone”, na qual a diferença do tamanho dos grânulos nas misturas é um fator importante que induz a segregação; a ação balística que ocorre quando partículas de fertilizantes são separadas por tipos, devido a projeção das mesmas na horizontal; e a vibração que provoca a segregação quando as partículas sofrem energia de vibração (SILVA, 1997).

Na formação da pilha inclinada de fertilizantes denominada “cone”, os grânulos maiores do fertilizante se deslocam para as periferias da pilha e os grânulos menores se concentram no centro, resultando em segregação. Quando fertilizantes com tamanhos de grânulos diferentes são manejados causando vibração, os grânulos menores tendem a mover-se ou peneirar-se pelos espaços vazios deixados entre os grânulos maiores levando à segregação. Na ação balística, a segregação é originada pelas diferenças de resistência aerodinâmica das partículas, devido ao tamanho e à densidade dos grânulos; como os

fertilizantes têm pequenas diferenças de densidades, o tamanho da partícula é mais importante para a ocorrência da segregação (HEEGE, 2005).

A segregação leva automaticamente à separação dos nutrientes acarretando a distribuição irregular dos fertilizantes nas adubações, tanto qualitativamente quanto quantitativamente, devido à dificuldade de regulação das adubadoras (ALCARDE, 1997; ALCARDE; GUIDOLIN e LOPES, 1998).

Durante a formulação de fertilizantes de natureza física mistura de grânulos deve-se selecionar matérias-primas principalmente com grânulos de tamanhos os mais uniformes possíveis, de formatos esféricos para proporcionar um melhor ajustamento e assentamento dos componentes e com densidades semelhantes evitando dispersão diferente, proporcionando assim uma mistura de granulados homogênea, contornando a ocorrência da segregação (ANDA, 1971).

Segundo Lopes e Guilherme (2000, p. 13), no caso de fertilizantes complexos ou misturas granuladas, em que todos os componentes estão presentes no mesmo grão, praticamente não ocorrem problemas de segregação.

A utilização de matérias-primas que possuam grânulos pouco resistentes à ação mecânica pode originar a formação de partículas de tamanhos desuniformes durante os processos de produção, armazenamento e transporte, gerando como consequência à formação de pó e a ocorrência de segregação das partículas (FERTIPAR, 2005).

A manipulação de um recipiente constituído por uma massa de partículas sólidas de tamanhos desiguais tenderá a propiciar distribuição das partículas na altura em ordem crescente do diâmetro médio, com as partículas de maior tamanho permanecendo na superfície e, em caso destas partículas serem de substâncias diferentes, a separação por tamanho ocasionará a separação das substâncias (RODELLA; ALCARDE, 1994).

Se as matérias-primas que compõem a mistura diferirem em tamanho, os grânulos pequenos tendem a mover-se pelos vãos entre os grânulos maiores, tornando a mistura e sua relação de nutrientes instáveis durante a manipulação ou aplicação na área de plantio (HEEGE, 2005).

De acordo com Hoffmeister apud Rodella e Alcarde (1994, p. 14-16), variações na densidade e na forma das partículas tiveram pouco ou nenhum efeito na segregação, na qual o principal fator foi a variabilidade no tamanho, tornando difícil homogeneizá-las eficientemente nas amostragens, prejudicando a análise química.

As dificuldades das indústrias em selecionar matérias-primas para a obtenção de misturas de fertilizantes com granulometria adequada são grandes, devido à importação das mesmas de países diferentes, gerando segregação com a aplicação de um determinado nutriente em quantidade maior que os demais em um determinado segmento do sulco de semeadura ou na área de adubação (BRANDÃO; PATERNIANI; SPOLIDORO, 1996).

Os nutrientes contidos nos fertilizantes devem estar uniformemente distribuídos em todo o seu volume para que ocorra uma distribuição regular na área de cultivo. Problemas de homogeneidade são preocupantes nas misturas de grânulos, pois, ocorrendo a segregação ocorrerá a separação dos nutrientes os quais serão aplicados de maneira não uniforme. A dificuldade de homogeneização aumenta quando micronutrientes são adicionados às misturas, devido à pequena quantidade com que são colocados (ALCARDE, 1997).

2.5 Embalagens de fertilizantes em “Big Bag”

Entre os anos de 1920 e 1930, no Oeste da Europa, os fertilizantes eram embalados em sacos de juta de 100 kg, sendo substituídos por sacos de papel de 50 kg no final de 1940, os quais foram trocados por sacos plásticos de 50 kg em 1960, que permaneceu nas regiões

onde os fazendeiros não possuíam sistemas altamente mecanizados, devido ao pequeno tamanho das propriedades ou dificuldade de acesso.

Com o desenvolvimento de sistemas mecanizados de manipulação de fertilizantes nos anos 60, o esforço físico proporcionado pelos sacos de 50 kg, foi substituído pelo uso de sacos grandes de 500 ou 1000 kg, os chamados “Big Bag”. Estas embalagens possuem as seguintes vantagens: redução de tempo de envase, facilidade de armazenamento, manipulação mecânica com maior rapidez e com redução de custos. As desvantagens são: a necessidade do distribuidor e do agricultor em investir em equipamento para levantar e movimentar as embalagens tanto dentro do local de produção e comercialização como para armazenamento e distribuição do fertilizante na propriedade (IFA/UNEP, 2000).

No Brasil a utilização de fertilizantes pelo sistema “Big Bag” foi desenvolvido pela empresa Terra Fértil Comercial e Importadora de Fertilizantes Ltda, localizada na região de Piracicaba-SP, onde a cana-de-açúcar domina totalmente o cenário agrícola.

O sistema de embalagens de fertilizantes em “Big Bag” permite entrega de fertilizantes em sacos de 1000 kg. Uma vez misturados e colocados nos “Big Bags”, os fertilizantes são encaminhados para a lavoura ou para um pátio de distribuição através de caminhões com carroceria normal, ou providos de motoguincho. Na lavoura, o abastecimento das adubadoras é feito através do motoguincho ou por máquinas carregadoras que mantêm os sacos suspensos a uma altura adequada para a operação (SALATTI, 1988).

O sistema “Big Bag” apresenta vantagens técnicas de redução da segregação, empedramento e, com isso, melhora a qualidade da aplicação, facilitando também ao usuário a mudança imediata de fórmula para atender as diferentes necessidades do solo e da planta (SALATTI, 1988). O sistema também apresenta vantagens econômicas em comparação com o uso de sacos de 50 kg, devido à redução da mão-de-obra e para carregamento e descarregamento nos depósitos da firma compradora, e para carregamento, transporte e

descarregamento no campo, redução das perdas por manuseio excessivo e danos à sacaria, e à redução do tempo de abastecimento das adubadoras.

2.6 Qualidade dos fertilizantes comercializados no Paraná

A Secretaria da Agricultura do Paraná iniciou a fiscalização de fertilizantes, corretivos e inoculantes em 1991, de acordo com o disposto na Lei Estadual nº 9056/89 (PARANÁ, 1997a), e no regulamento aprovado pelo Decreto Estadual nº 6710/90 (PARANÁ, 1997b). O objetivo é o de assegurar a comercialização no Estado de produtos de boa qualidade, através da manutenção atualizada do cadastro dos 1948 comerciantes existentes, da realização de inspeções e fiscalizações com coleta de amostras nos comerciantes e propriedades rurais, bem como a pronta retirada do comércio de insumos fraudados, falsificados ou de baixa qualidade.

As amostras de fertilizantes nos estabelecimentos comerciais e nas propriedades agrícolas, atualmente são realizadas seguindo metodologias regulamentadas pela Instrução Normativa nº 10/04, e têm sido uma das principais atividades do DEFIS - Departamento de Fiscalização da Secretaria da Agricultura do Estado, diante do índice elevado de fertilizantes condenados por irregularidades.

De posse dos resultados das análises, os fiscais procedem à interdição dos estoques dos fertilizantes de baixa qualidade. As empresas responsáveis são multadas e notificadas para procederem o recolhimento para fins de reprocessamento industrial, fato que é acompanhado pelos fiscais da Secretaria da Agricultura do Paraná.

As análises são realizadas pelo TECPAR - Instituto de Tecnologia do Paraná, e o resultado desta fiscalização tem mostrado que a taxa de produtos que apresentam alguma deficiência em relação às garantias dos teores de nutrientes tem sido relativamente alta nos últimos dez anos (PARANÁ, 2006).

Aos resultados analíticos obtidos das amostragens, são admitidas tolerâncias em relação às garantias do produto conforme estabelecido no artigo 16, da Instrução Normativa 10/04 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA (BRASIL, 2004b).

2.6.1 Amostragens de fertilizantes

A amostragem pode ser definida como um processo de seleção de uma pequena quantidade de algum material ou de certo número de elementos de um grupo com a finalidade de estimar a natureza ou a qualidade do todo. É a operação mais crítica do processo de controle de qualidade, pois qualquer erro poderá levar a resultados finais incorretos comprometendo todo o processo. Os critérios usados são de extrema importância na seleção da amostra, para que seja representativa da população, possuindo características semelhantes à do todo (SILVA, 1984).

No caso de produtos acondicionados em embalagens maiores de 10 até 60 quilogramas, os lotes para amostragem deverão ser divididos em no máximo 200 (duzentas) toneladas (4000 sacos). O número de sacos para amostragem deve ser no mínimo 7 para lotes de até 50 embalagens, 10 para lotes de 51 a 100 embalagens e 10 + 2% da totalidade para lotes acima de 100 até 4000 embalagens (BRASIL, 2004a). As embalagens a serem amostradas devem ser escolhidas ao acaso alternando na vertical sendo um separado para amostragem e o outro desprezado, para que a amostra seja representativa do lote.

Separadas as embalagens a serem amostradas, deve-se dar cinco tombos em cada uma delas para homogeneização do seu conteúdo, evitando com isso possíveis segregações dos nutrientes que compõem a fórmula, que possa ter ocorrido durante os processos de produção, transporte e armazenamento.

Após a devida homogeneização, as frações são retiradas de cada embalagem inserindo pela válvula da mesma a sonda fechada diagonalmente, abrindo a sonda dentro da

embalagem para que o adubo caia pelos furos. Em seguida, a sonda deve ser fechada para retirá-la, as frações amostradas devem ser colocadas dentro de um recipiente limpo para posterior homogeneização e devida quarteação.

A quarteação, através do quarteador tipo Jones, deverá ser repetida até reduzir a quantidade amostrada entre 1,0 e 1,2 kg, que será novamente quarteada obtendo-se quatro partes de aproximadamente 250 g cada.

As quatro partes são acondicionadas em quatro caixas que deverão ser devidamente lacradas para serem enviadas para análise laboratorial, sendo que uma parte é utilizada para a análise fiscal, duas são para utilizar na análise pericial, se for o caso, e uma é de direito da empresa fabricante do produto.

Para amostragem de fertilizantes sólidos em embalagens maiores que 60 kg, a Instrução Normativa 10/04 estabelece que deverá ser feita separando-se em lotes de até duzentas unidades. Nesta categoria entram os fertilizantes acondicionados em embalagens de uma tonelada, denominada de “Big Bag”. O número de embalagens a serem amostrados deve ser no mínimo de 5 para lotes de até 50 embalagens, 10 para lotes de 51 a 100 embalagens, 15 para lotes de 101 a 150 embalagens e 20 para lotes de 151 a 200 embalagens (BRASIL, 2004a).

Até o ano de 2004, a legislação não estabelecia quais os critérios que deveriam ser seguidos para a realização de amostragem em embalagens “Big Bag”, fato este que passou a constar da Instrução Normativa nº10, na qual determina inserção da sonda na vertical em três pontos de cada “Big Bag” e posterior homogeneização das alíquotas para análise.

Verifica-se, portanto, que para embalagens de fertilizantes minerais de 10 a 60 kg, a legislação estabelece uma homogeneização antes da retirada das alíquotas para análise.

Com relação às embalagens tipo “Big Bag” (1000 kg), a recente Instrução Normativa 10/04, não prevê uma homogeneização prévia antes de proceder as amostragens, o que

motivou a realização deste trabalho com o intuito de verificar se existe ou não a necessidade de homogeneizar o fertilizante embalado em “Big Bag” para a devida amostragem, para fins de fiscalização e orientação do agricultor, evitando uma distribuição irregular de nutrientes na lavoura. Consta nesta Instrução Normativa que dentro do prazo de um ano contado da publicação da mesma, que ocorreu em 06 de maio de 2004, a amostragem de fertilizantes ‘Big Bag’, quando realizada no adquirente do produto, somente terá valor a fiscalização quando for acompanhada do representante da empresa responsável pelo produto, e que após este prazo, caso não seja necessário introduzir métodos de amostragens alternativo ou substituto, será seguida esta metodologia de amostragem.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Fertilizantes

Para a realização deste trabalho, foram preparadas pela empresa Bunge Fertilizantes localizada no município de Ponta Grossa no Paraná, 10 (dez) toneladas de cada uma das fórmulas 02-30-10 e 12-15-15 de natureza física mistura de grânulos.

3.1.1 Caracterização das matérias-primas

Para composição da fórmula 02-30-10 foram utilizadas as seguintes matérias-primas: Cloreto de Potássio (KCl), Superfosfato Triplo (TSP), Fosfato monoamônico (MAP) e Superfosfato Simples (SSP), cujos aspectos são mostradas na Figura 1.

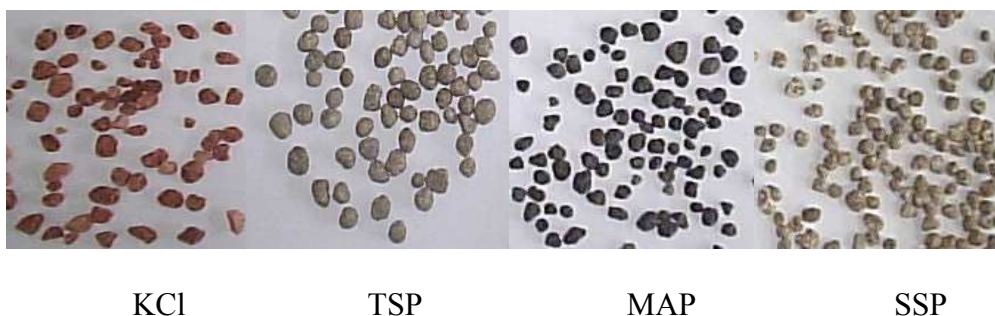


Figura 1 – Matérias-primas utilizadas na composição da fórmula 02-30-10
Foto: João Miguel Toledo Tosato, 2006.

Os resultados das análises químicas e granulométricas das matérias-primas utilizadas na composição da fórmula 02-30-10, estão apresentados na Tabela 1, como também a dureza, densidade, origem e quantidades utilizadas, e os resultados dos cálculos do tamanho médio das partículas (SGN) e índice de uniformidade (UI), constam no Quadro 1.

Tabela 1- Análises químicas e granulométricas das matérias-primas utilizadas na composição da fórmula 02-30-10

	Matérias-primas	KCl	MAP	TSP	SSP
Teores de nutrientes (%)	N		10,50		0,95
	P ₂ O ₅		51,50	45,20	21,20
	K ₂ O	60,40			
Quantidade	Kg	166	155	346	333
	Origem	Canadá	Fosfêtil-Uberaba	EUA	Araxá
	Dureza (g)	3073	2285	2269	1506
	Densidade (g/cm ³)	1,17	1,05	1,07	1,19
Material retido (%) por peneira (mm)	4,00	3,03	2,14	6,62	3,40
	3,36	9,36	8,71	16,80	8,33
	2,00	75,47	83,08	75,14	78,89
	1,40	11,70	5,92	1,38	9,12
	1,00	0,30	0,10	0,02	0,15
	0,50	0,14	0,04	0,03	0,11
	Fundo	0,02	0,02	0,02	0,03

Matérias-primas	SGN	UI
KCl 60 GR	257	68%
SSP 00-18-00 GR + 18% Ca + 12% S	259	70%
MAP 11-52-00 GR	261	72%
TSP 00-46-00 GR	282	68%
Média	265	69%
Intervalo $\pm 5\%$	252 - 278	65% - 72%

Quadro 1 - Matérias-primas utilizadas na composição do fertilizante 02-30-10 com seus respectivos SGN e UI

Os diâmetros médios das partículas (SGN) das matérias-primas que compõe a fórmula 02-30-10, não se encontram dentro da variação de $\pm 5\%$ em relação ao valor médio, sendo considerada mistura inadequada e matérias-primas selecionadas sem rigor, sendo que para uma melhor avaliação da compatibilidade física é recomendável plotar as curvas de distribuição granulométrica para todas as matérias-primas da mistura (EUROPEAN BLENDERS ASSOCIATION, 1997).

As curvas de distribuição granulométrica de todas as matérias-primas utilizadas na fórmula 02-30-10 (Figura 2), permitem verificar que o TSP se difere granulometricamente das demais matérias-primas, apresentando maior porcentagem de grânulos retidos nas peneiras 4,0 mm (ABNT 5) e 3,36 mm (ABNT 6), ou seja, apresenta grânulos de diâmetros maiores

que os demais componentes da mistura, tornando esta mistura passível de ocorrer segregação, segundo Alcarde (1992).

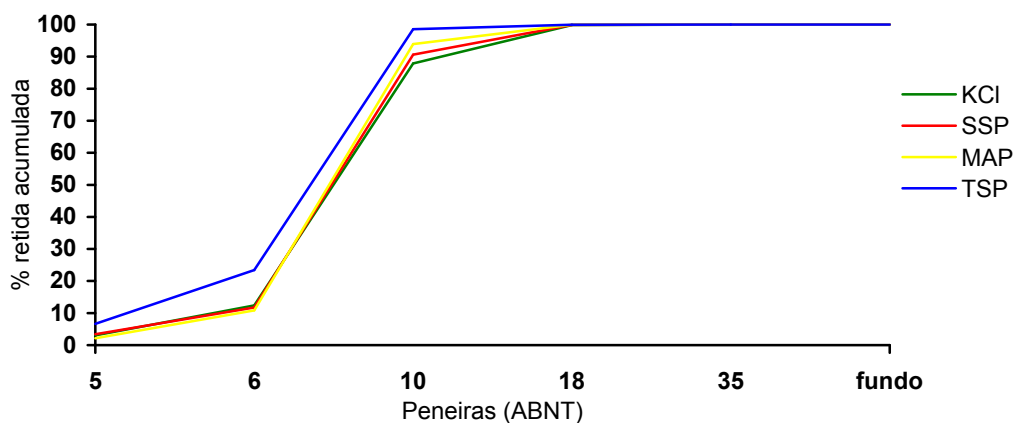


Figura 2 - Curva de distribuição granulométrica da fórmula 02-30-10

Já para a fórmula 12-15-15 foram utilizadas as matérias-primas: Cloreto de Potássio (KCl), 15-06-00, Fosfato diamônico (DAP) e 03-17-00, cujos aspectos são mostrados na Figura 3.

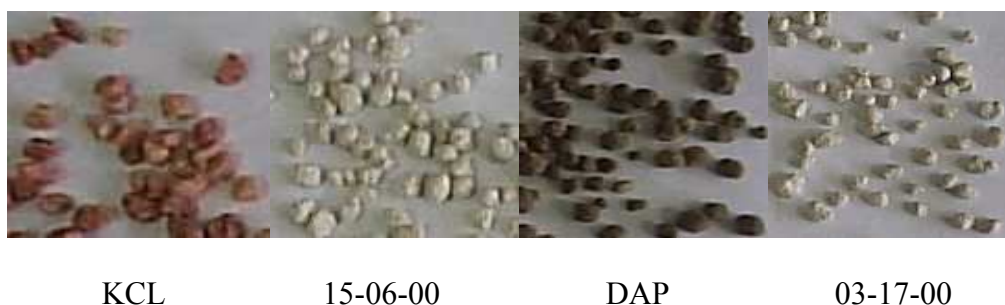


Figura 3 - Matérias-primas utilizadas na composição da fórmula 12-15-15

Foto: João Miguel Toledo Tosato, 2006.

Os resultados das análises químicas e granulométricas das matérias-primas utilizadas na composição da fórmula 12-15-15, estão apresentados na Tabela 2, como também a dureza, densidade, origem e quantidades utilizadas, e os resultados dos cálculos do tamanho médio das partículas (SGN) e índice de uniformidade (UI), constam no Quadro 2.

Tabela 2 - Análises químicas e granulométricas das matérias-primas utilizadas na composição da fórmula 12-15-15

	Matérias-primas	15.06.00	03.17.00	KCL	DAP
Teores de nutrientes (%)	N	15,20	3,50		17,50
	P ₂ O ₅	7,80	17,00		46,00
	K ₂ O			61,10	
Quantidade	Kg	474	21	249	256
	Origem	Bunge-P. Grossa	Bunge-P. Grossa	Canadá	Rússia
	Dureza (g)	1965	1960	3419	3074
	Densidade (g/cm ³)	1,16	1,17	1,33	1,06
Material retido (%) por peneira (mm)	4,00	0,84	0,44	2,19	2,85
	3,36	5,55	6,90	11,16	5,84
	2,00	74,62	78,92	74,96	85,32
	1,40	18,24	13,43	11,40	5,95
	1,00	0,52	0,29	0,17	0,04
	0,50	0,22	0,01	0,12	0,00
	Fundo	0,02	0,00	0,00	0,00

Os resultados dos cálculos dos SGN e UI, das matérias-primas utilizadas na fórmula 12-15-15 constam do Quadro 2.

Matérias-primas	SGN	UI
KCl 60 GR	259	68%
03-17-00 GR + 18% Ca + 11% S	252	70%
DAP 18-46-00 GR	259	72%
15-06-00	246	68%
Média	254	69%
Intervalo $\pm 5\%$	241 - 266	65% - 72%

Quadro 2 - Matérias-primas utilizadas na composição do fertilizante 12-15-15, com seus respectivos SGN e UI

Os diâmetros médios das partículas (SGN) e os índices de uniformidade (UI) das matérias-primas, que compõe a fórmula 12-15-15 encontram-se dentro da variação de $\pm 5\%$ em relação ao valor médio, sendo considerada mistura adequada e matérias-primas selecionadas com rigor segundo European Blenders Association – EBA (1997).

Para uma melhor avaliação da compatibilidade física é recomendável plotar as curvas de distribuição granulométrica para todas as matérias-primas da mistura (EUROPEAN BLENDERS ASSOCIATION, 1997).

A Figura 4 apresenta as curvas de distribuição granulométrica de todas as matérias-primas utilizadas na formulação 12-15-15. As curvas permitem visualizar a compatibilidade

física da mistura, na qual constata-se que as matérias-primas apresentam grânulos com porcentagem retidas acumuladas semelhantes por peneira ABNT.

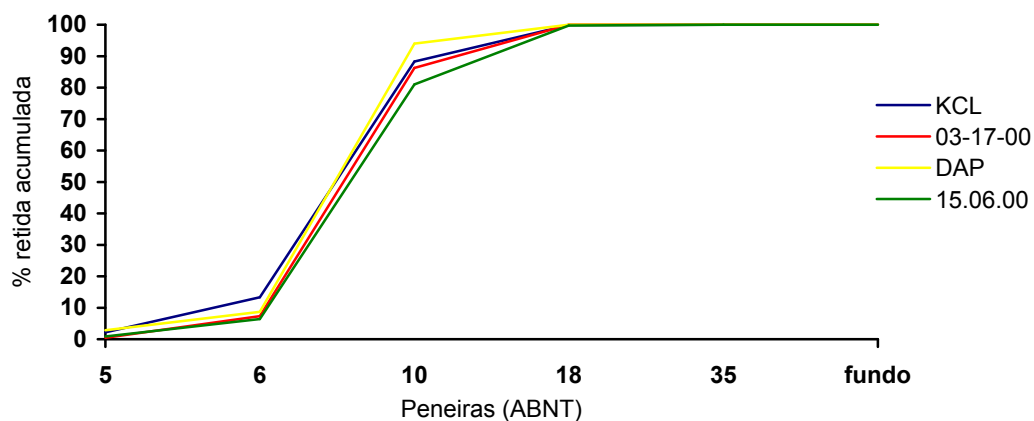


Figura 4 - Curva de distribuição granulométrica da fórmula 12-15-15

3.2 Envase dos “Big Bags”

As dez toneladas de cada formulação foram envasadas em “Big Bags” (Figura 5) com dimensão de 1,20 m de altura e 0,90 m em cada lateral com capacidade de uma tonelada.



Figura 5 – Envase dos “Big Bags”

Foto: João Miguel Toledo Tosato, 2005.

Para homogeneizar melhor o material, a partir do quarto “Big Bag” envasado de cada fórmula, foram identificados 4 (quatro) para realizar o presente estudo. A identificação, cujos detalhes estão apresentados na Figura 6, obedeceu as seguintes representações:

- fórmula 02-30-10 – “Big Bags” A, B, C e D
- fórmula 12-15-15 – “Big Bags” E, F, G e H



Figura 6 – Detalhe da identificação
Foto: João Miguel Toledo Tosato, 2005.

Após a identificação, os “Big Bags” foram demarcados horizontalmente de cima para baixo em H1, H2, H3, H4 e H5, a cada 0,18 m, para realizar amostragens (Figura 7) da fórmula 02-30-10, uma vez que os “Big Bags” cheios mediram 0,90 m de altura. Já, para a fórmula 12-15-15, as demarcações foram feitas a cada 0,20 m, devido aos “Big Bags” cheios terem medido 1 metro de altura.



Figura 7 - Detalhe da amostragem na horizontal
Foto: João Miguel Toledo Tosato, 2005.

Na vertical (Figura 8), os “Big Bags” foram representados da esquerda para a direita no sentido horário, em V1, V2, V3 e V4, em cada canto da embalagem, e no centro como V5.



Figura 8 - Detalhe da amostragem no sentido vertical

Foto: João Miguel Toledo Tosato, 2005.

3.3 Experimentos

Para verificar a ocorrência de segregação dos componentes das formulações preparadas e embaladas em “Big Bag”, foram constituídos três experimentos a saber:

Experimento 1 - retirada de amostras de fertilizantes logo após o envase.

Experimento 2 - retirada de amostras de fertilizantes após o transporte em caminhão (Figura 9) dos “Big Bags” a distância de 407 km, de Ponta Grossa até uma fazenda em Guarapuava e retorno a Ponta Grossa, em estradas de asfalto e de terra.

Experimento 3 - retirada de amostras de fertilizantes após novo transporte em caminhão dos “Big Bags” à distância de 289 km, de Ponta Grossa até uma fazenda localizada no município de Ventania e retornado a Ponta Grossa, totalizando 696 km, sendo que as condições da estrada de Pirai do Sul a Ventania (60 km) apesar de asfaltada estava em péssimo estado, e ainda para chegar na fazenda o veículo trafegou por estrada de terra.



Figura 9 – Carregamento da carreta

Foto: João Miguel Toledo Tosato, 2005.

3.4 Tratamentos

Em cada um dos experimentos foram estabelecidos os seguintes tratamentos:

H1 - Tratamento horizontal na parte superior do “Big Bag”

H2 - Tratamento horizontal a 0,18 m (02-30-10) e 0,20 m (12-15-15) de H1

H3 - Tratamento horizontal a 0,18 m (02-30-10) e 0,20 m (12-15-15) de H2

H4 - Tratamento horizontal a 0,18 m (02-30-10) e 0,20 m (12-15-15) de H3

H5 - Tratamento horizontal a 0,18 m (02-30-10) e 0,20 m (12-15-15) de H4

V1 - Tratamento na vertical no canto inferior esquerdo do “Big Bag”

V2 - Tratamento na vertical no canto superior esquerdo do “Big Bag”

V3 - Tratamento na vertical no canto superior direito do “Big Bag”

V4 - Tratamento na vertical no canto inferior direito do “Big Bag”

V5 - Tratamento na vertical no centro do “Big Bag”

T - Tratamento no sentido diagonal do “Big Bag”

Para a retirada das amostras foi utilizada uma sonda de aço inox (Figura 10), com seis válvulas de cano duplo e ponta cônica com 0,95 m de comprimento total, o cabo possuía 0,16 m, do cabo à primeira válvula a distância era de 0,143 m, entre as válvulas a medida era

de 0,045 m, o comprimento da válvula era de 0,057 m e largura de 0,018 m com 0,01 m de altura da válvula, o diâmetro do cano externo era de 0,023 m e do cano interno 0,02 m, e da ponta da sonda até a primeira válvula a medida era de 0,08 m.

Foram também realizadas amostras denominadas compostas, nas duas fórmulas, através de 03 (três) amostragens na vertical em cada “Big Bag”, sendo uma no centro e duas adjacentes (entre o centro e as laterais direita e esquerda), cujas frações dos quatro “Big Bag” foram juntadas, homogeneizadas e quarteadas, para as devidas análises.

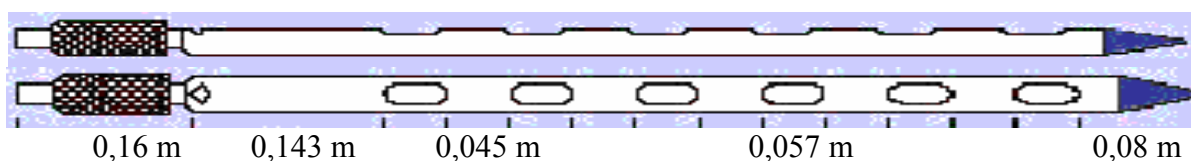


Figura 10 - Sonda para amostragem de fertilizantes

No total, foram retiradas 11 amostras (5 na horizontal, 5 na vertical e 1 na diagonal) em cada um dos 4 “Big Bags”, para cada uma das 2 fórmulas perfazendo um total de 88 amostras, que somadas às duas amostras compostas, totalizaram 90 amostras em cada um dos três experimentos.

3.5 Parâmetros avaliados

As 90 (noventa) amostras retiradas, foram submetidas à análises químicas de nitrogênio, fósforo e potássio, e granulométricas, perfazendo 360 (trezentos e sessenta) análises em cada experimento, que somadas às análises para caracterização das matérias-primas, totalizaram 1096 (mil e noventa e seis) análises para a realização deste trabalho.

As análises foram realizadas pelo laboratório Rodes Análises Químicas Ltda, localizado em Ponta Grossa, o qual é cadastrado pelo Ministério da Agricultura e do Abastecimento.

As amostras pesando em média 0,15 quilo, foram submetidas à homogeneização seguida de quarteação, que é a redução do volume para a análise, e foram separadas alíquotas de 0,03 a 0,05 quilo para as análises químicas e granulométrica.

Para as análises químicas (Figura 11) foram moídas de 0,03 a 0,05 kg, e utilizados os métodos de Liga de Raney, Colorimétrico e Fotometria de Chama para a determinação dos teores de nitrogênio, fósforo e potássio, respectivamente (BRASIL, 1983, p. 15).



Figura 11 - Aspectos das análises químicas

Foto: João Miguel Toledo Tosato, 2005.

Para as análises granulométricas, foram empregadas seis peneiras encaixadas umas sobre as outras, na sequência decrescente de tamanho, ficando na parte superior a malha 4,0 mm, seguida das malhas 2,8, 2,0, 1,4, 1,0 e, na parte inferior, a malha 0,5 mm, seguida pelo fundo. Para as matérias-primas, foi substituída pelo laboratório, a peneira 2,8 mm pela de 3,36 mm (Figura 12 A).

O bloco de peneiras com as alíquotas de fertilizantes foi agitado por 2 (dois) minutos sendo o material retido em cada peneira pesado em balança eletrônica com precisão de 0,01 gramas (Figura 12 B), e os valores obtidos expressos em porcentagem de grânulos retidos em cada peneira.



Figura 12 – Jogo de peneiras utilizadas para as análises granulométricas
Foto: João Miguel Toledo Tosato, 2005.

3.6 Delineamento experimental

Foi empregado o delineamento experimental de blocos casualizados com 11 (onze) tratamentos e 4 (quatro) repetições, perfazendo um total de 44 parcelas.

3.7 Análises estatísticas

Os dados dos parâmetros avaliados nas duas fórmulas foram submetidos às análises de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5%.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Fórmula 02-30-10

4.1.1 Análises químicas

4.1.1.1 Avaliação do teor de nitrogênio (N)

Os teores de N das amostras coletadas da fórmula 02-30-10, após o envase e os transportes, estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Teores de N (%) na fórmula 02-30-10, nas três situações avaliadas. Valores médios dos quatro “Big Bags”

Tratamentos	Situações		
	Envase	407 km	696 km
H1	2,07 A	2,00 A	2,00 A
H2	1,75 B	2,00 A	2,02 A
H3	2,07 A	1,87 A	1,75 A
H4	1,97 AB	1,87 A	1,92 A
H5	2,07 A	2,05 A	2,00 A
V1	1,90 AB	2,02 A	1,90 A
V2	2,12 A	2,17 A	1,87 A
V3	1,97 AB	2,02 A	2,00 A
V4	2,02 AB	2,07 A	2,00 A
V5	2,05 AB	2,00 A	1,97 A
T	2,10 A	1,97 A	2,00 A
Média	2,00	2,00	1,94

Médias seguidas pela mesma letra na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados mostraram que ocorreram diferenças significativas nos teores médios de N no envase entre o ponto de amostragem H2, com os pontos H1, H3, H5, V2, e T, ocorrendo uma variação de 1,75% a 2,12%.

As variações entre os tratamentos após o primeiro transporte foram de 1,87% a 2,17% e após o segundo transporte, as variações foram de 1,75% a 2,02%, não apresentando diferenças significativas entre os tratamentos, mostrando que os transportes atuaram melhorando as características do produto com relação ao teor de N.

Analizando os resultados com relação à Instrução Normativa nº 10/04, do Ministério da Agricultura e Pecuária, no seu artigo 16 (BRASIL, 2004b), constata-se que em todos os pontos amostrados, mesmo quando não atingiram a garantia declarada na fórmula de 2%, permaneceram dentro dos limites de tolerância permitidos pela legislação (15%), ou seja, superior ou igual a 1,7%, apesar da operação de envase e a movimentação sofrida pelos Big Bags nos transportes.

A Figura 13, ilustra as variações ocorridas nos teores de N nas amostragens feitas na horizontal, vertical e diagonal, após o envase e os transportes, na média dos quatro “Big Bags”.

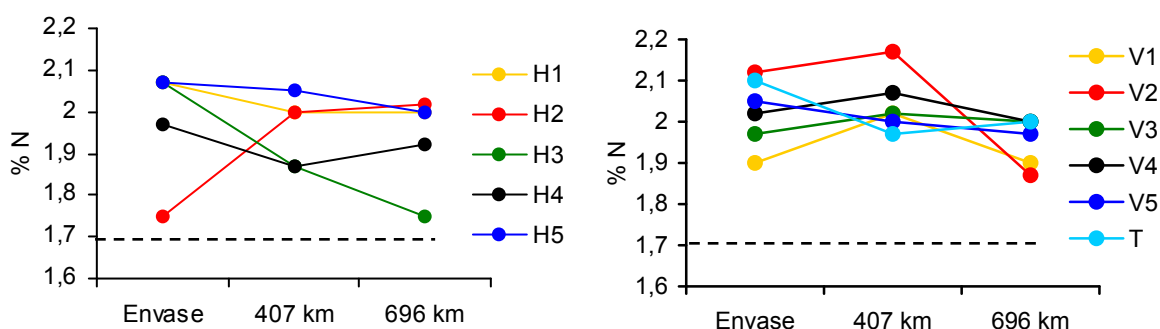


Figura 13 - Variações médias dos teores de N (%), média dos quatro “Big Bags” da fórmula 02-30-10 nas amostragens feitas na horizontal, vertical e diagonal, após o envase e os transportes

Observando os mesmos locais onde foram retiradas as amostras no sentido horizontal, verifica-se que a maior queda no teor de N entre o envase e os transportes, ocorreu no ponto de amostragem H3, onde o teor passou de 2,07% para 1,75%, ou seja, após o transporte o teor de N que se encontrava na garantia, chegou próximo ao limite de tolerância permitido pela legislação. Nas amostragens realizadas nos pontos H1, H4 e H5, houve queda do envase ao primeiro transporte, sendo que após o segundo transporte o teor se manteve no ponto H1, aumentou no ponto H4, e ocorreu nova queda no ponto H5. No ponto H2 houve aumento no teor de N após os transportes, o qual passou da tolerância que se encontrava no envase de 1,75%, para 2,02%, chegando assim a superar a garantia após o segundo transporte.

No sentido vertical e diagonal, as observações nos mesmos locais de retirada de amostras, mostraram que houve uma queda no teor de N após o primeiro transporte nos pontos T e V5, sendo que no ponto V5 a queda prosseguiu após o segundo transporte, já para as amostragens realizadas na vertical nos pontos V1, V2, V3 e V4, houve aumento no teor de N após o primeiro transporte, mas com o segundo transporte o teor voltou a cair.

Analisando a Figura 14, constata-se que a maior porcentagem de N foi encontrada dentro da garantia declarada na formulação. Nas amostragens feitas na horizontal após o envase e os transportes, o teor de N permaneceu o mesmo, com 60% dentro da garantia e 40% dentro da faixa de tolerância exigida pela legislação, apesar das alterações dos teores ocorridas nos locais de amostragens.

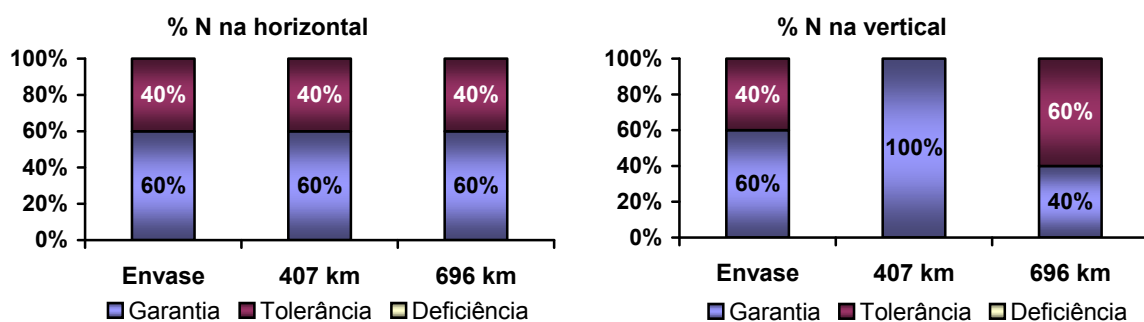


Figura 14 - Variação dos teores médios de N na fórmula 02-30-10, após o envase e os transportes, conforme tolerâncias constantes na Instrução Normativa nº 10/04 (Brasil, 2004b), nas amostras feitas na horizontal e na vertical

Nas amostragens feitas na vertical, no envase, 60% das amostras atingiram a garantia declarada na fórmula e 40% permaneceram dentro da tolerância, após o primeiro transporte, 100% das amostras atingiram a garantia, e após o segundo transporte, 40% atingiram a garantia e 60% permaneceram dentro da tolerância exigida por lei.

Nas amostras feitas na diagonal (T), após o envase o teor superou a garantia (2,10%), com o primeiro transporte houve uma queda (1,97%), mas permaneceu dentro da tolerância, e após o segundo transporte o teor voltou a atingir a garantia (2,0%).

4.1.1.2 Avaliação do teor de fósforo (P_2O_5)

Os teores de P_2O_5 das amostras coletadas na horizontal, vertical e diagonal da fórmula 02-30-10, após o envase e os transportes, estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Teores de P_2O_5 (%) na fórmula 02-30-10, nas três situações avaliadas. Valores médios de quatro “Big Bags”

Tratamentos	Situações		
	Envase	407 km	696 km
H1	29,10 AB	30,05 A	*28,50 A
H2	29,77 AB	30,42 A	29,87 A
H3	29,85 AB	29,07 A	29,62 A
H4	29,40 AB	29,55 A	29,65 A
H5	*28,40 B	*28,85 A	29,57 A
V1	29,70 AB	29,30 A	29,80 A
V2	30,45 A	31,02 A	29,07 A
V3	29,87 AB	29,67 A	30,37 A
V4	30,12 AB	30,85 A	30,37 A
V5	29,75 AB	29,95 A	30,97 A
T	29,75 AB	30,35 A	30,70 A
Média	29,65	29,91	29,86

Médias seguidas pela mesma letra na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

* Teores com deficiência

Os resultados mostraram que ocorreram diferenças significativas nos teores médios de P_2O_5 no envase entre o ponto de amostragem H5 e o ponto V2, variando de 28,40% a 30,45%.

As variações entre os tratamentos após o primeiro transporte foram de 28,85% a 31,02%, e após o segundo transporte foram de 28,50% a 30,97%, não sendo observadas diferenças significativas entre os tratamentos, mostrando que os transportes atuaram melhorando as características do produto com relação ao teor de P_2O_5 .

Analisando os resultados com relação à Instrução Normativa nº 10/04, do Ministério da Agricultura e Pecuária, no seu artigo 16 (BRASIL, 2004b), constata-se que em todos os pontos amostrados, após o envase e os transportes, com exceção dos pontos H5 (no envase e após o primeiro transporte) e H1 (após o segundo transporte), permaneceram dentro dos limites de tolerância permitidos pela legislação (10% sem exceder a uma unidade), ou seja,

superior ou igual a 29%, apesar da operação de envase e a movimentação sofrida pelos “Big Bags” nos transportes.

A Figura 15 ilustra as variações ocorridas nos teores de P_2O_5 nas amostras feitas na horizontal, vertical e diagonal, após o envase e os transportes, na média dos quatro ‘Big Bags’.

Observando os mesmos locais onde foram retiradas as amostras no sentido horizontal, verifica-se que a única queda no teor de P_2O_5 , entre o envase e o primeiro transporte, ocorreu no ponto de amostragem H3, porém após o segundo transporte o teor voltou a aumentar. Nas amostragens feitas nos pontos H4 e H5, houve aumento no teor a partir do envase e os transportes, sendo que no ponto H5, o teor que se encontrava com deficiência no envase e primeiro transporte, chegou a atingir a tolerância após o segundo transporte.

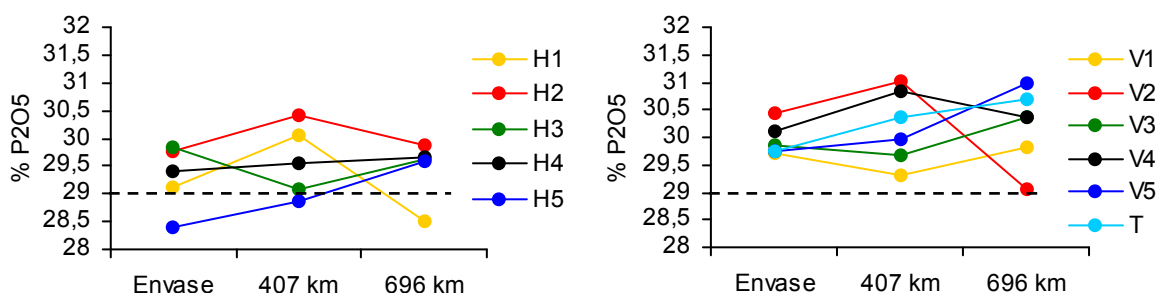


Figura 15 – Variações médias dos teores de P_2O_5 (%), dos quatro “Big Bags” da fórmula 02-30-10 nas amostras feitas na horizontal, vertical e diagonal, após o envase e os transportes

Nas faixas de altura H1 e H2, do envase ao primeiro transporte houve um aumento no teor, mas após o segundo transporte, o teor foi reduzido, chegando a atingir a deficiência de P_2O_5 na altura de amostragem H1.

No sentido vertical, as observações nos mesmos locais de retirada de amostras, mostraram que houve queda no teor de P_2O_5 após o primeiro transporte nos pontos identificados como V1 e V3, porém após o segundo transporte, ocorreu aumento. Nos pontos

V2 e V4, houve aumento no teor de P_2O_5 após o primeiro transporte, mas o teor voltou a cair com o segundo transporte. Nos pontos V5 e T, houve aumento no teor a partir do envase e os transportes.

Analisando a Figura 16, constata-se que a maior porcentagem de P_2O_5 nas amostras feitas na horizontal, encontra-se inferior ao teor declarado na formulação, com 80% permanecendo na faixa de tolerância exigida pela legislação e 20% apresentando deficiência já no envase.

Após o primeiro transporte, o teor de P_2O_5 chegou a atingir o declarado em 40% dos pontos amostrados, permanecendo dentro da tolerância em 40%, e se manteve com deficiência em 20% dos pontos amostrados.

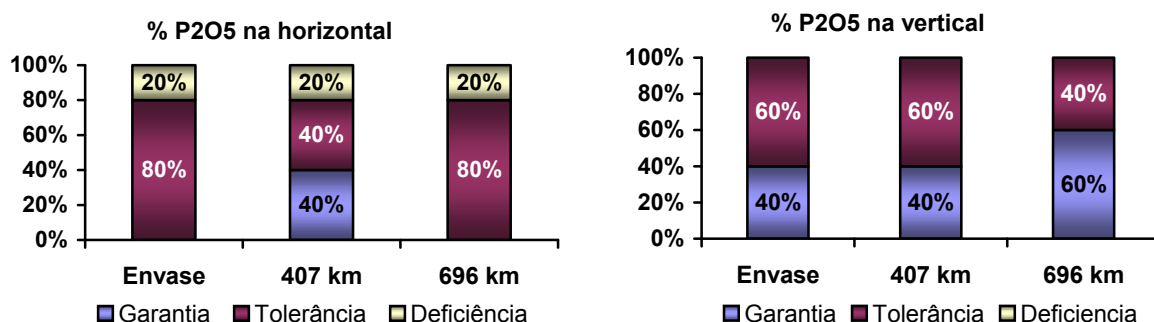


Figura 16 - Variação dos teores médios de P_2O_5 na fórmula 02-30-10, após o envase e os transportes, conforme tolerâncias constantes na Instrução Normativa nº 10/04 (Brasil, 2004b), nas amostras feitas na horizontal e na vertical

Com o segundo transporte, o produto permaneceu com 80% dentro da tolerância e se manteve com deficiência em 20%, conforme observado no envase.

Nas amostras feitas na vertical, o teor de P_2O_5 se manteve em 40% na garantia e 60% dentro da tolerância após o envase e o primeiro transporte. Após o segundo transporte houve uma melhora no teor permanecendo em 60% na garantia e 40% na tolerância, o que permite concluir que o tamanho, formato e movimentação das partículas no envase e transportes, agiram tanto reduzindo quanto aumentando a qualidade do produto. Nas amostras feitas na

diagonal (T), no envase, o teor de P_2O_5 não atingiu a garantia, permanecendo dentro da tolerância admitida, mas com os transportes o teor chegou a superar a garantia de 30%.

4.1.1.3 Avaliação do teor de potássio (K_2O)

Os teores médios de K_2O das amostras coletadas na horizontal, vertical e diagonal da fórmula 02-30-10, após o envase e os transportes, estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Teores de K_2O (%) na fórmula 02-30-10, nas três situações avaliadas. Valores médios de quatro “Big Bags”

Tratamentos	Situações		
	Envase	407 km	696 km
H1	10,10 A	9,05 AB	9,72 A
H2	9,47 AB	*8,82 B	9,57 A
H3	9,42 AB	10,65 A	9,57 A
H4	9,62 AB	9,87 AB	9,40 A
H5	10,95 A	10,27 AB	9,30 A
V1	9,00 AB	9,67 AB	9,60 A
V2	*8,90 B	9,00 AB	9,70 A
V3	9,57 AB	9,20 AB	*8,90 A
V4	*8,97 AB	*8,75 B	*8,55 A
V5	9,30 AB	9,32 AB	*8,45 A
T	*8,82 B	9,80 AB	*8,10 A
Média	9,46	9,49	9,16

Médias seguidas pela mesma letra na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

* Teores com deficiência

Os resultados mostraram que ocorreram diferenças significativas nos teores médios de K_2O no envase entre os pontos de amostragem H1 e H5, com os pontos V2 e T, ocorrendo uma variação de 8,82% a 10,95%.

Após o primeiro transporte, ocorreram diferenças significativas entre o ponto de amostragem H3, e os pontos H2 e V4, com variação de 8,75% a 10,65%.

As variações entre os tratamentos após o segundo transporte foram de 8,10% a 9,72%, não apresentando diferenças significativas entre os tratamentos.

Analisando os resultados com relação à Instrução Normativa nº 10/04, do Ministério da Agricultura e Pecuária, no seu artigo 16 (BRASIL, 2004b), constata-se que logo após o

envase, nos pontos de amostragens V2, V4 e T, o teor de K_2O não atingiu o limite mínimo de tolerância exigido pela legislação, que nesse caso é de 9,0%, e, portanto, nestes pontos o produto apresenta deficiência de K_2O . Após o primeiro transporte a deficiência ocorreu nos pontos H2 e V4, e após o segundo transporte nos pontos V3, V4, V5 e T.

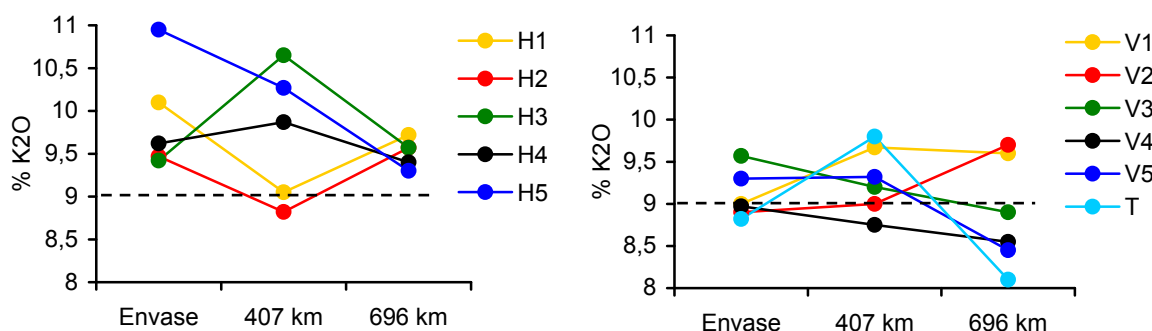


Figura 17 - Variações médias dos teores de K_2O (%), dos quatro “Big Bags” da fórmula 02-30-10 nas amostras feitas na horizontal, vertical e diagonal, após o envase e os transportes

A Figura 17 apresenta as variações nos teores de K_2O nas amostras feitas na horizontal, vertical e diagonal, após o envase e os transportes, na média dos quatro “Big Bags”.

Observando os mesmos locais onde foram retiradas as amostras no sentido horizontal, verifica-se queda no teor de K_2O , entre o envase e o primeiro transporte, nos pontos de amostragens H1, H2 e H5, porém após o segundo transporte o teor voltou a aumentar nos pontos H1 e H2. Nos pontos H3 e H4, ocorreu aumento no teor de potássio, entre o envase e o primeiro transporte, mas após o segundo transporte o teor voltou a cair.

No sentido vertical, as observações nos mesmos locais de retirada de amostras, mostram que após os transportes ocorreu queda no teor de K_2O nos pontos identificados como V3 e V4. Nos pontos V1, V2, V5 e na diagonal T, ocorreu aumento no teor após o primeiro transporte, mas com exceção do ponto V2, nos demais o teor voltou a cair com o segundo transporte.

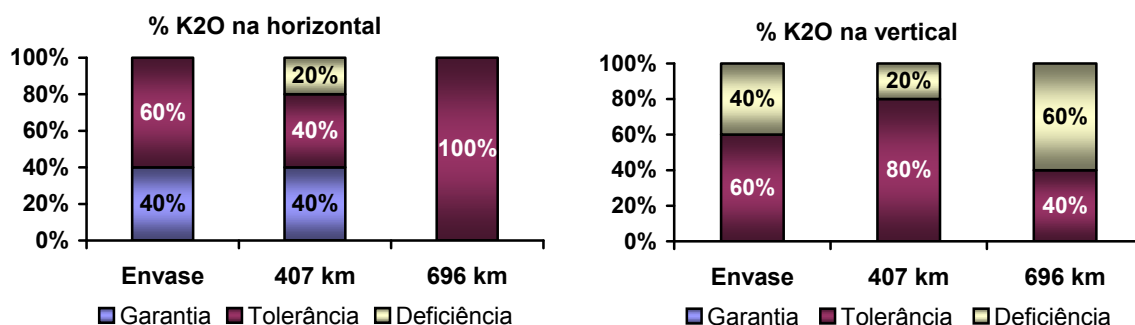


Figura 18 - Variação dos teores médios de K₂O na fórmula 02-30-10, após o envase e os transportes, conforme tolerâncias constantes na Instrução Normativa nº 10/04 (Brasil, 2004b), nas amostras feitas na horizontal e na vertical

Analisando a Figura 18, constata-se que nas amostragens realizadas na horizontal, 60% do teor de K₂O foi inferior ao declarado na formulação já no envase, permanecendo 40% dentro da tolerância.

Após o primeiro transporte em 20% das amostras feitas na horizontal o teor chegou a ficar deficiente, mas após o segundo transporte o teor voltou a atingir a tolerância, devido ao rearranjo das partículas da mistura. Observa-se também que após o segundo transporte 40% das amostras reduziram o teor, passando da garantia para a tolerância.

Nas amostras feitas na vertical, 60% se encontravam na tolerância e 40% com deficiência de K₂O já no envase. Após o primeiro transporte 20% apresentou deficiência e 80% dentro da tolerância, e após o segundo transporte houve um aumento de teores com deficiência passando para 60%, permanecendo 40% dentro da tolerância.

Na diagonal (T), após o envase as amostras apresentaram teor de K₂O com deficiência (8,82%), porém com o primeiro transporte houve uma melhora e o teor atingiu a tolerância (9,80%), mas após o segundo transporte o teor voltou a apresentar deficiência (8,10%).

Verificou-se, que os teores de K₂O em nenhuma das situações, envase e transportes, nas amostras realizadas na vertical e diagonal, atingiu a garantia especificada na fórmula e que os teores de K₂O obtidos nas horizontais foram superiores aos obtidos nos pontos de

amostragem na vertical e na diagonal, fatos que podem ser justificados devido ao formato irregular da matéria-prima do K_2O , a qual por não ser esférica, dificulta a fluidez, principalmente na vertical e na diagonal caso o calador não esteja com os furos totalmente voltados para cima no ato da amostragem.

4.1.1.4 Avaliação do somatório de NPK

O somatório dos teores de $N-P_2O_5-K_2O$ das amostras coletadas nos quatro “Big Bags” da fórmula 02-30-10, após o envase e os transportes, estão apresentados na Tabela 6.

Os resultados mostraram que não ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos, dentro da mesma situação.

Tabela 6 - Somatório dos teores da fórmula 02-30-10, nas três situações avaliadas. Valores médios de quatro “Big Bags”

Tratamentos	Situações		
	Envase	407 km	696 km
H1	41,27 A	41,10 A	40,22 A
H2	41,00 A	41,25 A	41,47 A
H3	41,35 A	41,60 A	40,95 A
H4	41,00 A	41,30 A	40,97 A
H5	41,42 A	41,17 A	40,87 A
V1	40,60 A	41,00 A	41,30 A
V2	41,47 A	42,20 A	40,65 A
V3	41,42 A	40,90 A	41,27 A
V4	41,12 A	41,67 A	40,92 A
V5	41,10 A	41,27 A	41,40 A
T	40,67 A	42,12 A	40,80 A
Média	41,12	41,41	40,98

Médias seguidas pela mesma letra na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Analisando os resultados com relação à Instrução Normativa nº 10/04, do Ministério da Agricultura e Pecuária, no seu artigo 16 (BRASIL, 2004b), constata-se que em todos os pontos amostrados, após o envase e os transportes, os teores médios do somatório quando não atingiram a garantia de 42% da formulação, permaneceram dentro dos limites de tolerância permitidos pela legislação (95% sem exceder a duas unidades), ou seja, superior ou igual à 40%.

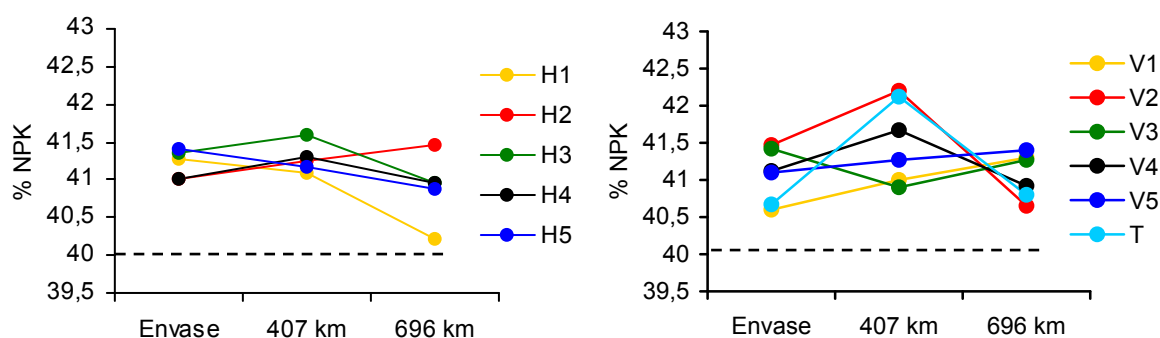


Figura 19 - Variações médias dos teores do somatório N-P₂O₅-K₂O (%), dos quatro “Big Bags” na fórmula 02-30-10, nas amostras feitas na horizontal, vertical e diagonal, após o envase e os transportes

A Figura 19 apresenta as variações nos teores do somatório de N, P₂O₅ e K₂O nas amostras feitas na horizontal, vertical e diagonal, após o envase e os transportes, na média dos quatro “Big Bags”.

Nas amostras feitas na horizontal as maiores tendências de queda no teor do somatório N, P₂O₅ e K₂O após envase e os transportes foram nos pontos de amostragens H1 e H5. Após o primeiro transporte houve aumento nos teores do somatório nos pontos H3 e H4, mas com o segundo os teores apresentaram queda, e no ponto H2 houve aumento com os transportes.

Nos resultados das amostras feitas na vertical e diagonal após o primeiro transporte, observa-se que ocorreu aumento nos teores nos pontos de amostragens V1, V2, V4, V5 e T, nos pontos V1 e V5 os teores continuaram a aumentar com o segundo transporte e para os pontos V2, V4 e T, houve uma tendência de queda no teor com o segundo transporte. Verifica-se que para o local de amostragem V3, após o primeiro transporte houve uma tendência de queda no teor e com o segundo transporte o teor do somatório voltou a subir.

Na média geral apesar do fertilizante apresentar alterações dos teores do somatório tanto aumentando quanto diminuindo devido à segregação ocorrida com os transportes, os teores do somatório permaneceram dentro das tolerâncias exigidas por lei.

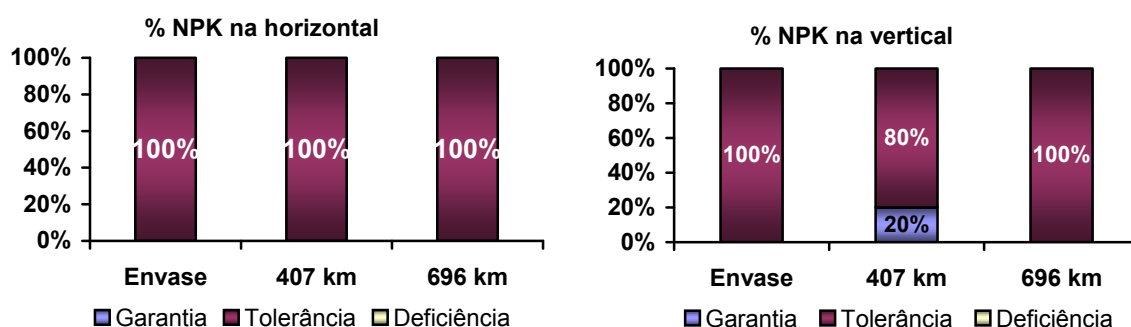


Figura 20 - Variação dos teores do somatório N-P₂O₅-K₂O na fórmula 02-30-10, após o envase e os transportes, conforme tolerâncias constantes na Instrução Normativa nº 10/04 (Brasil, 2004b), nas amostras feitas na horizontal e na vertical

Analisando a Figura 20, constata-se que tanto nas amostras feitas na horizontal quanto na vertical, no envase e após os transportes, os teores dos somatórios permaneceram na sua grande maioria na faixa de tolerância permitida pela legislação. Após o primeiro transporte o fertilizante chegou a atingir a garantia em 20% das amostras feitas na vertical, voltando a permanecer na tolerância após o segundo transporte.

Nas amostras feitas na diagonal o produto permaneceu dentro da tolerância no envase (40,67%), chegou a atingir a garantia com o primeiro transporte (42,12%), mas após o segundo transporte o teor do somatório diminuiu permanecendo dentro da tolerância (40,80%) exigida por lei.

4.1.2 Análise granulométrica

As porcentagens médias de material retido por peneira das amostras coletadas na horizontal, vertical e diagonal da fórmula 02-30-10, após o envase e os transportes, estão apresentados na Tabela 7.

Os resultados mostraram que ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos, nas porcentagens de material passante por peneira de 4,0 mm - ABNT 5 no envase, entre o ponto de amostragem H2 com o ponto V5, ocorrendo uma variação de 85,48% a 92,67%, e por peneira de 1,0 mm - ABNT 18, entre o ponto H1 com os pontos V3 e V4,

ocorrendo uma variação de 1,35% a 0,28%. As variações entre os tratamentos após o primeiro transporte foram de 87,85% a 93,57%, para peneira de 4,0 mm - ABNT 5, e de 0,29% a 2,43% para peneira de 1,0 mm - ABNT 18, não apresentando diferenças significativas. Após o segundo transporte, as variações entre os tratamentos foram de 88,92% a 94,48%, para peneira de 4,0 mm - ABNT 5, não ocorrendo diferenças significativas. Já para peneira de 1,0 mm - ABNT 18, as variações entre os tratamentos foram de 0,32% a 2,48%, ocorrendo diferenças estatísticas entre os tratamentos nos pontos de amostragens H5 com os pontos H3, H4, V2, V3, V4 e V5.

Verifica-se que com relação ao material passante por peneira de 4,0 mm - ABNT 5, os transportes movimentaram os grânulos no interior dos “Big Bags” melhorando as características físicas deste fertilizante.

Tabela 7 - Resultados das análises de granulometria obtidos na média dos tratamentos dos quatro “Big Bags” para fórmula 02-30-10, após o envase e os transportes

Tratamentos	Situações					
	Envase		407 km		696 km	
	Passante (%)		Passante (%)		Passante (%)	
	Peneiras		Peneiras		Peneiras	
	4,0 mm	1,0 mm	4,0 mm	1,0 mm	4,0 mm	1,0 mm
H1	90,77 AB	1,35 A	93,57 A	2,43 A	94,48 A	1,50 AB
H2	* 85,48 B	0,61 AB	* 89,32 A	1,24 A	* 89,46 A	1,38 AB
H3	* 89,27 AB	0,78 AB	* 88,91 A	0,87 A	90,49 A	0,77 B
H4	* 88,98 AB	1,02 AB	* 90,08 A	2,01 A	* 89,09 A	0,86 B
H5	* 90,24 AB	0,97 AB	91,71 A	1,91 A	90,72 A	2,48 A
V1	* 89,54 AB	0,62 AB	90,69 A	0,59 A	* 90,24 A	1,26 AB
V2	* 87,70 AB	0,63 AB	* 89,39 A	0,64 A	90,88 A	0,57 B
V3	* 88,51 AB	0,28 B	93,38 A	0,53 A	90,68 A	0,33 B
V4	* 88,98 AB	0,33 B	* 90,11 A	0,29 A	* 89,98 A	0,32 B
V5	92,67 A	0,71 AB	* 87,85 A	0,65 A	* 89,38 A	0,67 B
T	91,44 AB	0,72 AB	* 89,51 A	0,87 A	* 88,92 A	1,27 AB
Média	89,41	0,72	90,41	1,09	90,39	1,03

Médias seguidas pela mesma letra na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

* Reprovado

Com relação à granulometria, a Instrução Normativa nº 10/04 (Brasil, 2004b), especifica para as misturas de grânulos, que 95% dos materiais passem por peneira de 4,0 mm - ABNT 5, com tolerância de 5%, ou seja, 90,25% é o mínimo de material que deve passar na

peneira de 4,0 mm - ABNT 5. Para a peneira de 1,0 mm - ABNT 18, a legislação prevê que 95% do material deve ser retido, com tolerância de 8%, portanto, permite-se que no máximo 12,67% de material passe por peneira de 1,0 mm - ABNT 18. Analisando a Tabela 7, constatou-se que em 72,7 % dos pontos amostrados no envase, o produto não atingiu a porcentagem de 90,25% de material passante em peneira de 4,0 mm - ABNT 5, que é o valor mínimo tolerado pela legislação, portanto nestes pontos o produto estará fora do padrão. Após os transportes a porcentagem caiu para 63,6%, com o primeiro transporte, e para 54,5% com o segundo transporte, mostrando que houve aumento de material passante na peneira de 4,0 mm - ABNT 5 após os transportes, devido ao rearranjo das partículas dentro dos “Big Bags”.

Para peneira 1,0 mm - ABNT 18, o fertilizante se manteve dentro dos limites tolerados pela legislação, em todos os tratamentos, na qual a maior porcentagem de material passante ocorreu na posição H5 após o segundo transporte.

Nas amostras feitas na vertical, constatou-se que no envase, a maior porcentagem de material passante na peneira de 4,0 mm - ABNT 5, foi de 92,67% na posição de amostragem V5, que é a posição no centro do “Big Bag”, ficando dentro da tolerância permitida pela legislação. Já, para os demais pontos amostrados na vertical, V1, V2, V3 e V4, em todos eles o material passante foi inferior a 90,25%, que é o mínimo de material que deve passar pela peneira de 4,0 mm - ABNT 5. Após o primeiro transporte o material passante não atingiu o mínimo permitido pela legislação, nos pontos V2, V4 e V5, e após o segundo transporte nos pontos V1, V4 e V5.

Nas amostras feitas na horizontal, no envase a faixa de altura H1 foi a que apresentou maior porcentagem de material passante, atingindo a tolerância permitida por lei, nas demais faixas, H2, H3, H4 e H5, não atingiram a porcentagem mínima permitida de 90,25% para peneira 4,0 mm - ABNT 5. Após os transportes houve uma tendência de aumento de material passante na peneira de 4,0 mm - ABNT 5, sendo que na posição de amostragem H1, se

manteve com a maior porcentagem de material passante, e na posição H5 também houve uma tendência de aumento nas porcentagens de material passante, pelas peneiras 4,0 mm - ABNT 5 e 1,0 mm - ABNT 18. Após o primeiro transporte nos pontos H2, H3 e H4, o produto não atingiu a tolerância, e após o segundo transporte, este fato ocorreu nos pontos H2 e H4, para peneira de 4,0 mm - ABNT 5.

A Figura 21 apresenta as porcentagens de amostras realizadas na horizontal e vertical, que atingiram a garantia, tolerância e deficiência, com relação à análises granulométricas.

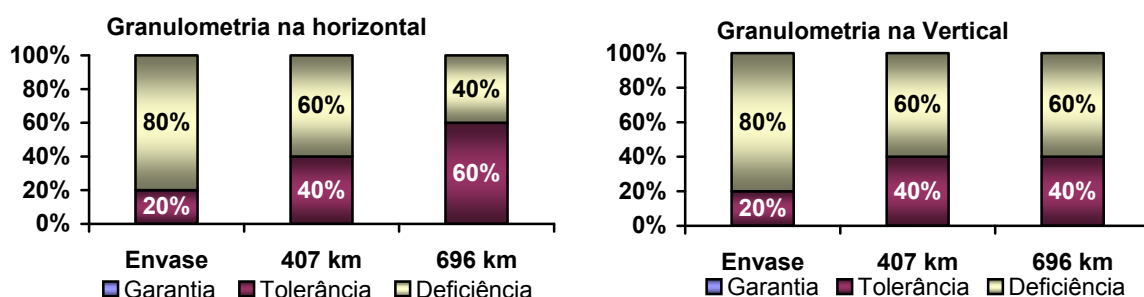


Figura 21 – Variação da porcentagem de material passante em peneira de 4,0 mm na fórmula 02-30-10, após o envase e os transportes, conforme tolerâncias constantes na Instrução Normativa nº 10/04 (Brasil, 2004b), nas amostras feitas na horizontal e vertical

Os percentuais de material passante em peneira 4,0 mm - ABNT 5 (Figura 21), revelam que tanto as amostras feitas na horizontal como na vertical, apresentaram resultados semelhantes após o envase e os transportes, pois para as amostras feitas na horizontal, os índices de reprovação foram de 80, 60 e 40%, e para as amostras feitas na vertical os índices foram de 80, 60 e 60%, no envase, primeiro e segundo transportes, respectivamente.

A Figura 22 mostra que a maior quantidade de grânulos (50 a 60%) foi retida na peneira de 2,8 mm - ABNT 7, seguida pela peneira de 2,0 mm - ABNT 10 (30 a 40%), e pela peneira de 4,0 mm - ABNT 5 (5 a 15%), em todos os pontos amostrados, após o envase e os transportes, o que demonstra que esta fórmula apresentou maior porcentagem de grânulos maiores, fato que levou à reprovação do produto em vários pontos de amostragem.

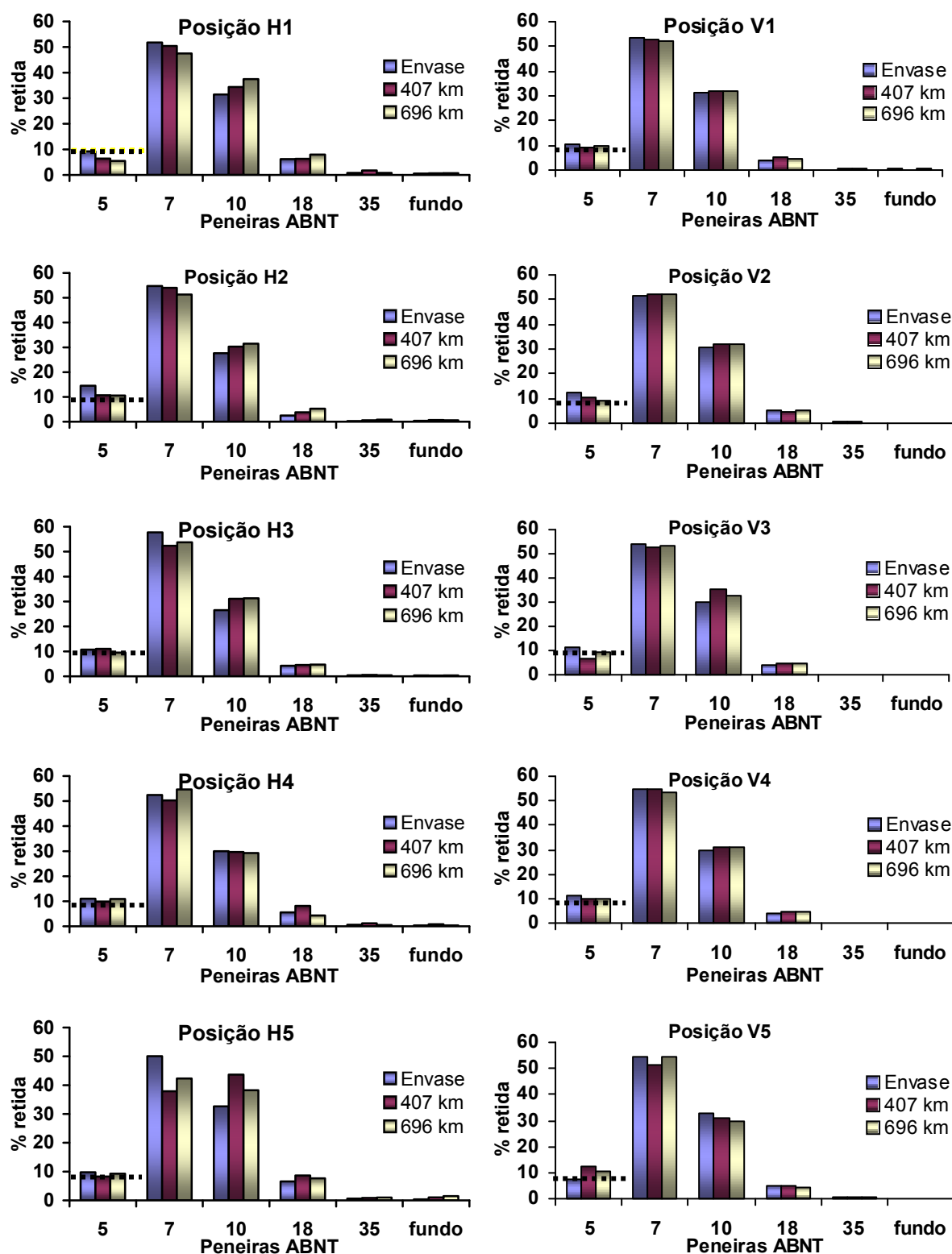


Figura 22 - Variações granulométricas retidas por peneira (ABNT) nas três situações avaliadas (envase e transportes), nos pontos de amostragens na horizontal e vertical. Médias dos quatro “Big Bags” da fórmula 02-30-10

Observa-se que houve uma queda na porcentagem de material retido na peneira 2,8 mm - ABNT 7, após o primeiro transporte nas amostras realizadas na horizontal nas posições H1, H2, H3, H4 e H5, e após o segundo transporte nas posições H1 e H2, a queda prosseguiu.

Nas posições H3, H4 e H5, ocorreu aumento na porcentagem de material retido após o segundo transporte. Nas posições H1, H2, H3 e H5, ocorreu aumento na porcentagem de material retido em peneira 2,0 mm - ABNT 10, após o primeiro transporte. Na peneira 4,0 mm - ABNT 5, constatou-se que também houve uma queda na porcentagem de material retido principalmente após o primeiro transporte nas posições H1, H2, H4 e H5, com pouca alteração após o segundo transporte, devido ao rearranjo das partículas menores entre as maiores, provocando uma queda do índice de reprovação granulométrica do produto. Constata-se que para peneira de 1,0 mm - ABNT 18, a maior porcentagem de partículas menores foi retido na posição H5, devido à passagem das mesmas entre as maiores tendo aumentado esta porcentagem após o primeiro transporte.

Nas amostragens realizadas na vertical, nos quatro cantos do “Big Bag”, V1, V2, V3 e V4, a porcentagem de material retido em peneira de 4,0 mm - ABNT 5, foi maior no envase, devido ao efeito “cone” ocorrido, e com os transportes ocorreu deslocamento lateral dos grânulos aumentando a porcentagem retida na posição V5, diminuindo nos quatro cantos (Figura 22).

Nas Figuras 22 e 23, as porcentagens de material retido em peneira 4,0 mm - ABNT 5, que ultrapassaram a linha tracejada (9,75%), se encontraram reprovadas perante a legislação.

A exemplo do que ocorreu na horizontal e vertical, na amostragens feita na diagonal (T), a maior quantidade de material (50 a 60%), foi retido na peneira 2,8 mm - ABNT 7, seguida pela peneira 2,0 mm - ABNT 10 (28 a 32%), 4,0 mm - ABNT 5 (8 a 12%) e 1,0 mm -

ABNT 18 (2 a 5%) após o envase e transportes, devido à maior porcentagem de grânulos maiores, chegando a reprovar granulometricamente após os transportes.

Nota-se pela Figura 23, que com os transportes, a quantidade de material retido nas peneiras 4,0 mm - ABNT 5, 2,0 mm - ABNT 10 e 1,0 mm - ABNT 18, apresentou um ligeiro aumento, e na peneira 2,8 mm - ABNT 7, ocorreu uma queda, devido a segregação causada pela movimentação das partículas.

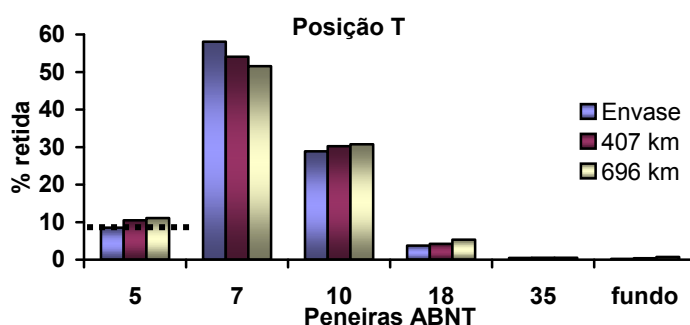


Figura 23 - Variações granulométricas retidas por peneira (ABNT) nas três situações avaliadas (envase e transportes), na diagonal. Média dos quatro “Big Bags” da fórmula 02-30-10

4.1.3 Avaliação da amostra composta

4.1.3.1 Avaliação química

Os teores de N, P_2O_5 , K_2O e somatório da fórmula 02-30-10, na amostra composta após o envase e os transportes, estão apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 - Teores de N, P_2O_5 , K_2O e soma dos nutrientes na amostra composta da fórmula 02-30-10, após o envase e os transportes

Nutrientes (%)	Situações		
	Envase	407 km	696 km
N	1,80	2,20	2,00
P_2O_5	30,00	29,80	29,20
K_2O	9,20	9,70	11,60
Soma	41,00	41,70	42,80

Os resultados mostram que a segregação agiu tanto aumentando como diminuindo os teores, como por exemplo o P_2O_5 que no envase se encontrava na garantia declarada na

fórmula, apresentou queda progressiva após os transportes, passando e permanecendo no nível de tolerância.

No caso do N ocorreu aumento no teor com o primeiro transporte superando o teor garantido na formulação, com o segundo transporte o teor diminuiu, mas manteve-se na garantia.

Para os casos do K₂O e soma dos nutrientes, a segregação elevou seus teores após os transportes, atingindo a garantia declarada na fórmula após o segundo transporte, haja visto que no envase os citados teores não atingiram a garantia.

A amostra composta mostrou-se como um meio eficiente de amostragem, à medida em que se compara com os resultados obtidos com os pontos amostrados tanto na horizontal, vertical e diagonal. Assim, neste método de amostragem os teores de N, P₂O₅, K₂O e da soma dos nutrientes apresentaram-se dentro do padrão estabelecido na legislação, nas três situações analisadas (envase e transportes), fato que não ocorreu com o P₂O₅ na posição H5 após envase e primeiro transporte e H1 após o segundo transporte, e com o K₂O nas posições V2, V4 e T, no envase, H2 e V4 após o primeiro transporte, e V3, V4, V5 e T após o segundo transporte.

4.1.3.2 Avaliação granulométrica

No envase, o material passante pela peneira 4,0 mm - ABNT 5, não atingiu a porcentagem mínima tolerada pela legislação de 90,25% (Tabela 9).

Tabela 9 - Resultados das análises de granulometria obtidos na amostra composta para fórmula 02-30-10, após o envase e os transportes

Situações					
Envase		407 km		696 km	
Passante (%) Peneiras		Passante (%) Peneiras		Passante (%) Peneiras	
4,0 mm	1,0 mm	4,0 mm	1,0 mm	4,0 mm	1,0 mm
* 86,41	0,74	90,99	1,44	* 88,64	0,52

* Reprovado

Este fato não se repetiu com o primeiro transporte melhorando suas características granulométricas atingindo a tolerância estabelecida pela legislação, mas com o rearranjo das partículas devido ao segundo transporte, o produto voltou a apresentar queda na porcentagem de material passante não atingindo a tolerância exigida por lei.

No caso da peneira 1,00 mm - ABNT 18, o material passante se manteve dentro da porcentagem permitida pela Instrução Normativa nº 10/04 (Brasil, 2004b), após o envase e os transportes.

A Figura 24 mostra a representação gráfica das variações granulométricas retidas em porcentagem, onde constata-se que a exemplo dos pontos amostrados na horizontal, vertical, e diagonal, a maior quantidade de material foi retida na peneira de 2,8 mm - ABNT 7, seguida pelas peneiras de 2,0 mm - ABNT 10, 4,0 mm - ABNT 5, e de 1,0 mm - ABNT 18. Os resultados revelam que este fertilizante possui maior porcentagem de partículas com granulometria grosseira, principalmente devido ao maior tamanho dos grânulos do Superfosfato Triplo (TSP), matéria-prima utilizada em maior quantidade na mistura desta fórmula, o que gerou falta de homogeneidade entre as partículas, favorecendo a ocorrência de segregação, reprovando o fertilizante perante a legislação.

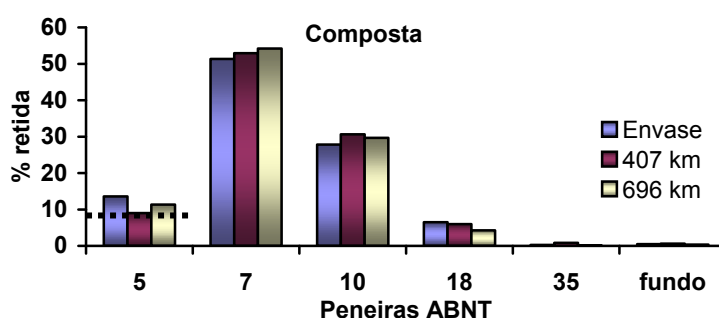


Figura 24 - Variações granulométricas retidas por peneira (ABNT) nas três situações avaliadas (envase e transportes), na amostra composta da fórmula 02-30-10

Constata-se pela Figura 24, que ocorreram variações nas porcentagens de material retido com o envase e os transportes, pois houve aumento na quantidade de material retido na

peneira 2,8 mm - ABNT 7, enquanto que na peneira de 2,0 mm - ABNT 10, com o primeiro transporte houve aumento de material retido, mas com o segundo transporte houve queda. Na peneira de 4,0 mm - ABNT 5, houve queda na porcentagem de material retido após o primeiro transporte, e aumento com o segundo transporte, e na peneira de 1,0 mm - ABNT 18, as porcentagens de material retido praticamente não se alteraram com o envase e o primeiro transporte, mas com o segundo transporte houve queda na porcentagem de material retido devido ao rearranjo das partículas dentro dos “Big Bags”.

As porcentagens de material retido em peneira 4,0 mm - ABNT 5, que ultrapassaram a linha tracejada, se encontraram reprovadas perante a legislação, fato ocorrido após o envase e segundo transporte (Figura 24).

Devido à não homogeneidade física da mistura da fórmula 02-30-10, ocorreu segregação com o envase e os transportes, levando à reprovação do fertilizante perante a legislação.

4.1.4 Avaliação da relação entre os resultados das análises granulométricas e químicas

4.1.4.1 Granulometria e os teores de P_2O_5 e relação entre os teores de P_2O_5 e K_2O

Verifica-se pela Figura 25 que ocorreu uma relação inversa entre os teores de P_2O_5 apresentados nas análises e as porcentagens de material passante pela peneira de 4,0 mm - ABNT 5, sendo que os tratamentos com menor teor de P_2O_5 apresentaram maior porcentagem de material passante, e os tratamentos com maior teor de P_2O_5 apresentaram menor porcentagem de material passante. Este fato pode ser explicado pela análise granulométrica do TSP (superfosfato triplo) o qual apresentou grânulos maiores, ocasionando maior porcentagem de grânulos retidos na peneira de 4,0 mm - ABNT 5, reprovando o produto em vários pontos de amostragem (menor que 90,25% de material passante).

Constata-se que entre os teores de P_2O_5 e de K_2O também ocorreu uma relação inversa, pois, nos tratamentos em que o teor de P_2O_5 foi maior, os teores de K_2O foram menores, chegando a ocorrer a reprovação perante a legislação (Figura 25). Este fato se justifica pelo maior tamanho dos grânulos apresentado pelo TSP, principal fonte de P_2O_5 da fórmula 02-30-10, e quando das amostragens obteve-se maior quantidade de grânulos do TSP, obteve-se menores quantidades de grânulos de KCl, chegando a condenar o produto perante a legislação.

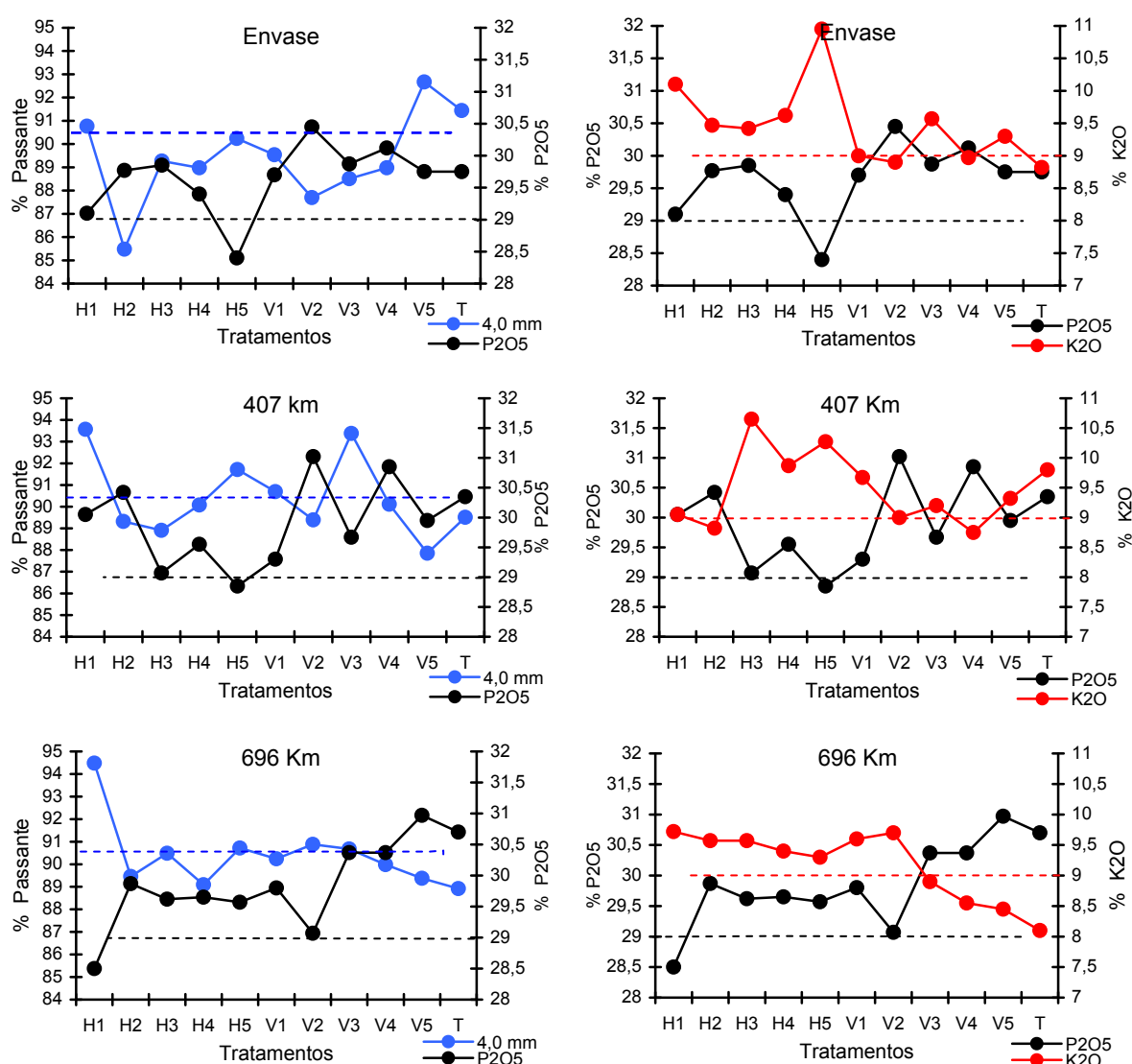


Figura 25 - Relação entre os teores de P_2O_5 e o percentual granulométrico de material passante em peneira de 4,0 mm, e entre os teores de P_2O_5 e de K_2O nos tratamentos da fórmula 02-30-10, após o envase e transportes

A linha tracejada em azul representa o limite de tolerância permitida pela legislação de material retido em peneira de 4,0 mm - ABNT 5 (Figura 25). Os tratamentos que apresentaram porcentagem abaixo desta linha encontraram-se reprovados granulometricamente perante a legislação. A linha tracejada em preto representa o limite de teor de P_2O_5 permitido pela legislação, a linha tracejada em vermelho representa o limite de teor de K_2O permitido pela legislação. Os tratamentos que apresentaram teores abaixo destas linhas encontraram-se reprovados pela legislação.

A influência negativa do elemento fósforo sobre o teor de K_2O é evidente, à medida que nas três situações pesquisadas, envase e transportes, quando o teor de P_2O_5 aumentou nos vários tratamentos, o teor de K_2O diminuiu, chegando a reprovar perante a legislação (Figura 25). Constata-se que nas amostragens realizadas na horizontal, os teores de K_2O foram mais altos pelo fato de que com o calador na horizontal os grânulos sobre as válvulas no momento da abertura das mesmas tenderam a se deslocar para dentro do calador e os grânulos menores, como no caso do KCl (cloreto de potássio), tenderam a segregar-se passando entre os grânulos maiores do TSP (superfosfato triplo) nesta fórmula. Nas amostragens realizadas na vertical, os teores de K_2O foram mais baixos, fato explicado pelo seu formato irregular, o que prejudica sua fluidez (EUROPEAN BLENDERS ASSOCIATION, 1997) para a entrada do mesmo no calador, em quantidade suficiente para atingir o teor estabelecido na fórmula, considerando ainda que a quantidade da matéria-prima KCl (cloreto de potássio) utilizada nesta fórmula é inferior ao do TSP (superfosfato triplo), e que o cloreto de potássio é a única fonte de K_2O na fórmula.

O TSP, além de apresentar grânulos de formato arredondado, o que facilita a fluidez, possui maior quantidade e grânulos maiores, promovendo no momento do envase do “Big Bag”, a segregação tipo “cone” (HEEGE, 2005; SILVA, 1997) fato que pode ser observado pelos maiores teores de P_2O_5 apresentados nas amostras feitas nos pontos verticais.

4.1.4.2 Granulometria e os teores de K_2O e relação entre os teores de K_2O e N

Verifica-se pela Figura 26 que os teores de K_2O nos vários tratamentos não influenciaram negativamente as porcentagens de material passante pela peneira de 4,0 mm - ABNT 5, após envase e transportes.

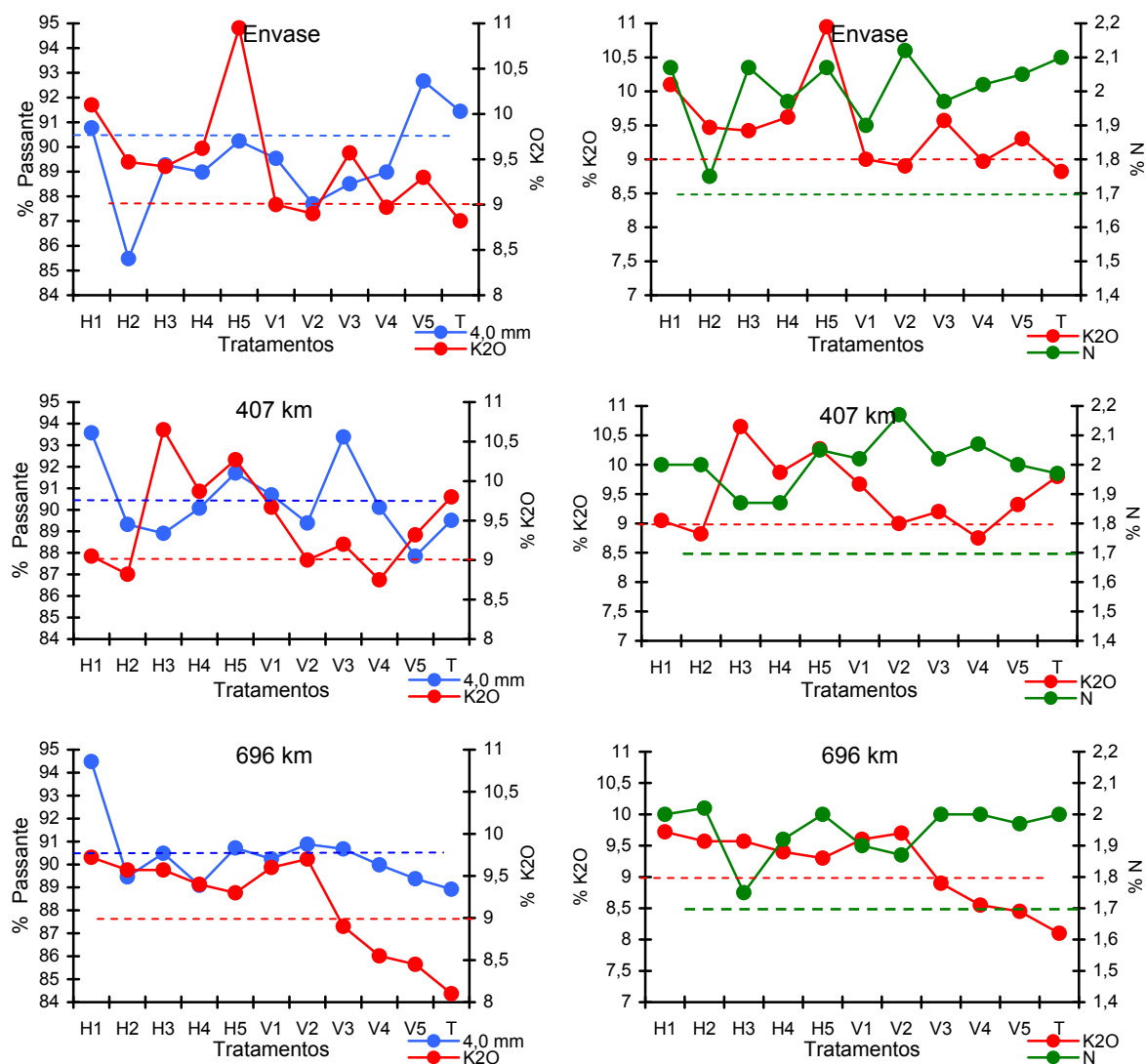


Figura 26 - Relação entre os teores de K_2O e o percentual granulométrico de material passante por peneira de 4,0 mm, e entre os teores de K_2O e de N nos tratamentos da fórmula 02-30-10, após o envase e transportes

Os teores de K_2O e de N nos vários tratamentos não apresentaram influência negativa entre si após o envase e os transportes. A linha tracejada em azul representa o limite de tolerância permitida pela legislação de material retido em peneira de 4,0 mm - ABNT 5 e os tratamentos que apresentaram porcentagem abaixo desta linha encontraram-se reprovados granulometricamente.

A linha tracejada em vermelho representa o limite de teor de K_2O permitido pela legislação, e em verde o limite de teor de N permitido pela legislação. Os tratamentos que apresentaram teor abaixo desta linha encontraram-se reprovados pela legislação. No caso do N constata-se que não ocorreu reprovação, diferentemente do ocorrido com o K_2O .

4.1.4.3 Granulometria e os teores de N e relação entre os teores de N e P_2O_5

Verifica-se pela Figura 27, que as alterações dos teores de N nos tratamentos não influenciaram negativamente nas porcentagens de material passante pela peneira de 4,0 mm - ABNT 5 nas três situações pesquisadas, envase e transportes.

As alterações dos teores de P_2O_5 ocorridas nos tratamentos também não influenciaram negativamente nos teores de N nas três situações pesquisadas, envase e transportes, a ponto de reprovar perante a legislação.

A linha tracejada em azul representa o limite de tolerância permitida pela legislação de material retido em peneira de 4,0 mm - ABNT 5 (Figura 27). Os tratamentos que apresentaram porcentagem abaixo desta linha encontram-se reprovados granulometricamente.

A linha tracejada em verde representa o limite de teor de N permitido pela legislação, a linha tracejada em preto representa o limite de tolerância permitida para o teor de P_2O_5 .

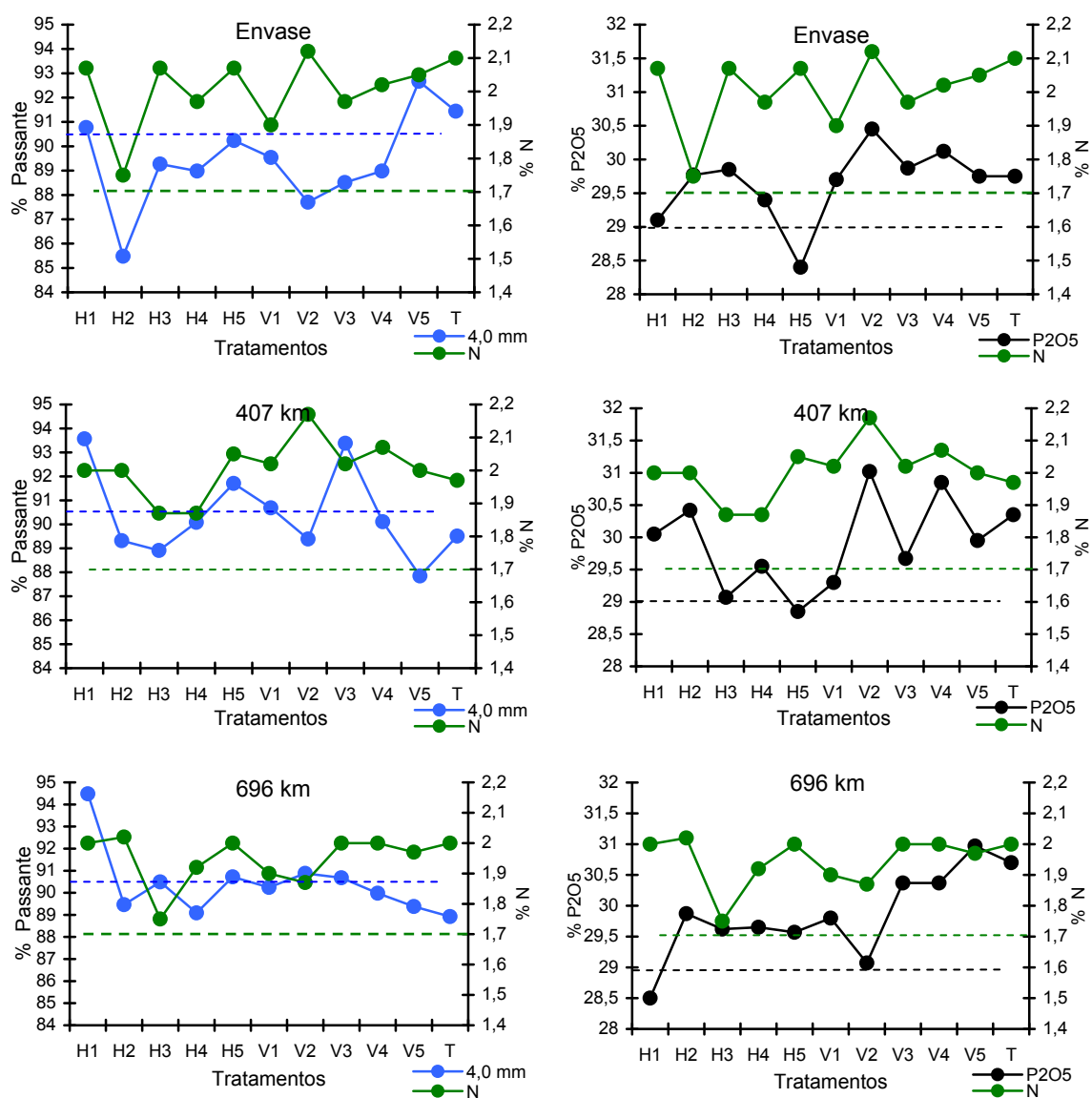


Figura 27 - Relação entre os teores de N e o percentual granulométrico de material passante por peneira de 4,0 mm, e entre os teores de N e de P₂O₅ nos tratamentos da fórmula 02-30-10, após o envase e transportes

Observa-se que em nenhum tratamento, nas três situações estudadas, houve reprovação do teor de N perante a legislação, diferentemente do teor de P₂O₅ que reprovou no tratamento H5, no envase e transporte por 407 km, e no tratamento H1 após transporte por 696 km (Figura 27).

4.2 Fórmula 12-15-15

4.2.1 Análises químicas

4.2.1.1 Avaliação do teor de nitrogênio (N)

Os teores médios de N das amostras coletadas na horizontal, vertical e diagonal da fórmula 12-15-15, após o envase e os transportes, estão apresentados na Tabela 10.

Os resultados indicaram que não ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos em cada uma das três situações, embora o teor de N tenha variado entre os tratamentos de 11,5% a 12% no envase, de 11,1% a 11,9% após o primeiro transporte e de 11,3% a 12% após o segundo transporte.

Tabela 10 - Teores de N (%) na fórmula 12-15-15, nas três situações avaliadas. Valores médios dos quatro “Big Bags”

Tratamentos	Situações		
	Envase	407 km	696 km
H1	12,0 A	11,9 A	12,0 A
H2	11,7 A	11,1 A	11,4 A
H3	11,7 A	11,8 A	11,5 A
H4	11,8 A	11,8 A	12,0 A
H5	11,5 A	11,7 A	11,3 A
V1	11,6 A	11,3 A	11,9 A
V2	11,6 A	11,4 A	11,8 A
V3	11,8 A	11,3 A	11,6 A
V4	11,8 A	11,5 A	11,4 A
V5	11,7 A	11,5 A	11,5 A
T	11,6 A	11,3 A	11,9 A
Média	11,7	11,5	11,6

Médias seguidas pela mesma letra na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Nas médias gerais, os tratamentos, após o envase e os transportes, não atingiram o teor de 12% declarado na fórmula, ocorrendo isso apenas nos pontos H1 no envase e após o segundo transporte nos tratamentos H1 e H4.

Entre as situações (envase e os transportes), conforme Figura 28, a maior queda no teor entre o envase e o primeiro transporte, foi na faixa H2 (11,7% para 11,1%) e a menor queda foi no ponto H1 (12% para 11,9%), sendo que após o segundo transporte o teor voltou a

aumentar nestas duas faixas de altura de amostragem. Nas faixas de altura H3 e H5, houve uma tendência de aumento no teor após o primeiro transporte, mas após o segundo transporte o teor de N voltou a cair nestes níveis de amostragens. Na faixa H4 o teor se manteve igual após o envase e o primeiro transporte, e com o segundo transporte ocorreu aumento no teor atingindo a garantia declarada na formulação, a qual não havia sido atingida no envase.

O produto apresentou uma tendência de queda no teor de N após o primeiro transporte, nos cinco pontos amostrados na vertical (V1, V2, V3, V4 e V5), sendo que no ponto V4 a tendência de queda prosseguiu após o segundo transporte. Para os pontos V1, V2 e V3 houve uma tendência de aumento no teor após o segundo transporte, e para o ponto V5 o teor se manteve o mesmo atingido no primeiro transporte.

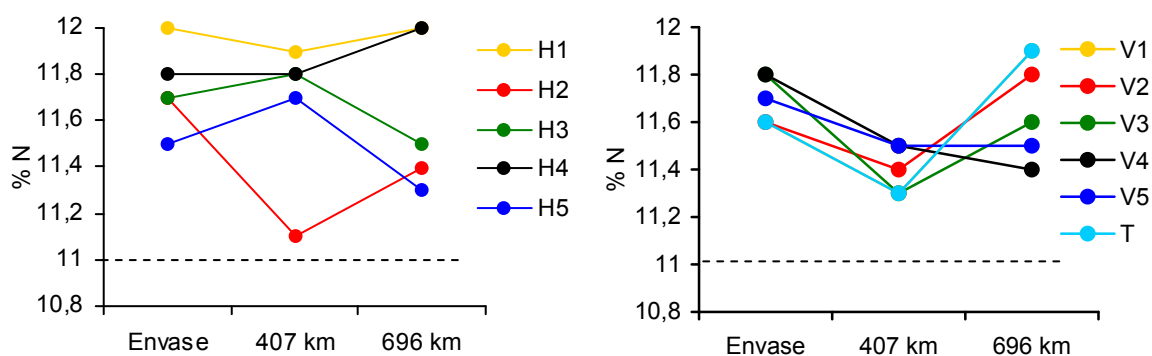


Figura 28 – Variações médias dos teores de N (%), dos quatro “Big Bags” da fórmula 12-15-15 nas amostras feitas na horizontal, vertical e diagonal, após o envase e os transportes

Na amostra realizada na diagonal (T), houve uma tendência de queda após o primeiro transporte, mas com o segundo transporte o teor aumentou chegando a superar o teor alcançado no envase.

Os resultados analíticos nos mostram que os transportes atuaram tanto aumentando como diminuindo os teores, mas apesar das alterações, o produto se manteve dentro dos padrões exigidos pela legislação.

A Figura 29, mostra que a maior porcentagem de N se encontra inferior ao teor declarado na formulação, permanecendo na faixa de tolerância exigida pela legislação. Apenas 20% das amostras feitas na horizontal atingiram a garantia declarada no envase. Após o primeiro transporte, 100% das amostras coletadas se apresentaram dentro da faixa de tolerância permitida por lei, e após o segundo transporte, 40% das amostras retiradas nas horizontais, atingiram a garantia declarada na fórmula, o que revela que o transporte pode induzir segregação, tanto positiva quanto negativa, na qualidade química do fertilizante, devido à separação dos grânulos da mistura. Nas amostras feitas na vertical os teores se mantiveram 100% dentro das tolerâncias permitidas pela legislação, nas três situações de amostragem. Nas amostras realizadas na diagonal (T), no envase (11,6%), primeiro transporte (11,3%) e segundo transporte (11,9%), o teor de nitrogênio permaneceu dentro da tolerância exigida por lei.

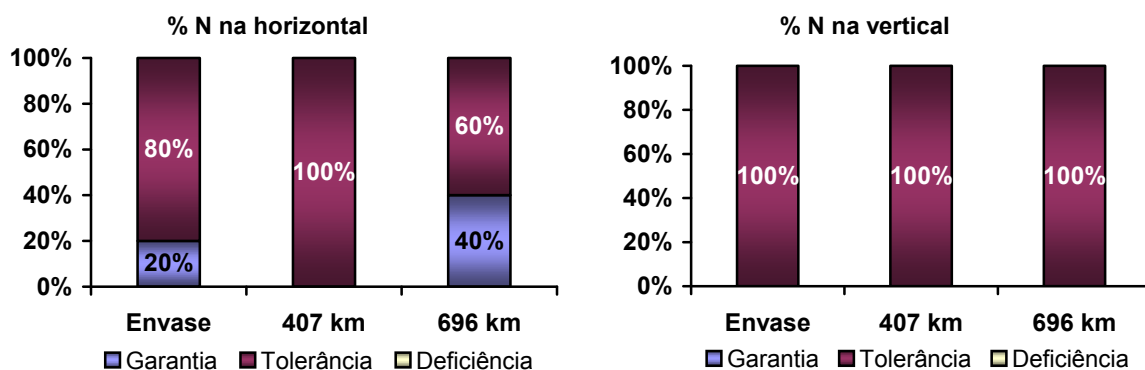


Figura 29 - Variação dos teores médios de N na fórmula 12-15-15, após o envase e os transportes, conforme tolerâncias constantes na Instrução Normativa nº 10/04 (Brasil, 2004b), nas amostras feitas na horizontal e na vertical

Com relação à Instrução Normativa nº 10/04, do Ministério da Agricultura e Pecuária, no seu artigo 16 (BRASIL, 2004b), constatamos que em todos os pontos amostrados, após o envase e os transportes, quando não atingiram a garantia, os teores médios de N permaneceram dentro dos limites de tolerância permitidos pela legislação (superior ou

igual a 11%). Apesar da movimentação ocorrida com os “Big Bags” nos transportes, o produto se manteve dentro do padrão de qualidade.

4.2.1.2 Avaliação do teor de fósforo (P_2O_5)

Os teores médios de P_2O_5 das amostras coletadas nos quatro “Big Bags” da fórmula 12-15-15, após o envase e os transportes, estão apresentados na Tabela 11.

O teor de P_2O_5 variou entre os tratamentos de 14,1% a 15,9%, no envase, de 13,8% a 15,6% após o primeiro transporte, e de 14,1% a 15,5% após o segundo transporte. As faixas de amostragens H1 e H5 foram as que apresentaram os teores mais baixos de P_2O_5 , sendo que a faixa H3 foi a que apresentou tendência a possuir o maior teor, dentro da mesma situação.

Tabela 11 - Teores de P_2O_5 (%) na fórmula 12-15-15, nas três situações avaliadas. Valores médios dos quatro “Big Bags”

Tratamentos	Situações		
	Envase	407 km	696 km
H1	14,4 A	14,2 A	14,1 A
H2	15,3 A	14,5 A	14,4 A
H3	15,9 A	15,6 A	15,0 A
H4	14,4 A	14,8 A	15,4 A
H5	14,1 A	*13,8 A	14,7 A
V1	15,2 A	14,7 A	14,7 A
V2	14,6 A	14,7 A	14,5 A
V3	15,6 A	14,8 A	14,6 A
V4	15,0 A	15,2 A	15,2 A
V5	14,7 A	14,5 A	15,5 A
T	15,0 A	15,1 A	14,6 A
Média	14,9	14,7	14,7

Médias seguidas pela mesma letra na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

* Teor com deficiência

Apesar destas variações os dados estatísticos indicaram que não ocorreram diferenças significativas nos tratamentos em cada uma das três situações (Tabela 11).

Analisando os resultados das análises químicas com relação à Instrução Normativa nº 10/04, do Ministério da Agricultura e Pecuária, no seu artigo 16, verifica-se que em todos os pontos amostrados após o envase e os transportes, com exceção da faixa H5, após o primeiro

transporte, os teores médios de P_2O_5 permaneceram dentro dos limites de tolerância permitidos pela legislação (10% sem exceder a uma unidade), ou seja, superior ou igual a 14%, apesar da movimentação sofrida pelos “Big Bags” com os transportes.

Comparando-se os teores de P_2O_5 nas três situações (Figura 30), verificou-se que nas amostras feitas na horizontal, as maiores tendências de queda no teor de P_2O_5 do envase ao segundo transporte foram nas faixas H1, H2 e H3. Na faixa H5 houve uma tendência de queda após o primeiro transporte, mas após o segundo transporte o teor voltou a aumentar. Na faixa H4 houve uma tendência de aumento no teor a partir do envase e os transportes.

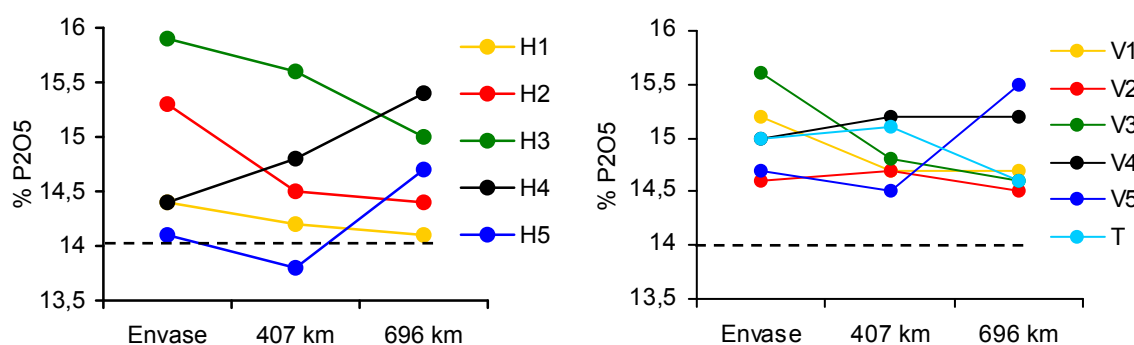


Figura 30 - Variações médias dos teores de P_2O_5 (%) dos quatro “Big Bags” da fórmula 12-15-15, nas amostras feitas na horizontal, vertical e diagonal, após o envase e os transportes

Nas amostras feitas na vertical após os transportes houve uma tendência de queda no teor de P_2O_5 no ponto de amostragem denominado V3, sendo que nos demais pontos ocorreram tanto queda quanto aumento do teor após o primeiro e segundo transportes (Figura 30). Na diagonal, apesar do aumento do teor após o primeiro transporte, o teor voltou a cair após o segundo transporte.

Apesar dos aumentos e quedas nos teores de P_2O_5 após o envase e transportes, os resultados indicam que não houve prejuízo significativo na qualidade do produto.

Pela Figura 31, constatou-se que a maior porcentagem de P_2O_5 foi inferior ao teor declarado na formulação, permanecendo na faixa de tolerância exigida pela legislação. Após o primeiro transporte em 20% dos pontos coletados na horizontal, o teor chegou a ficar

deficiente, mas após o segundo transporte o teor voltou a atingir a tolerância neste ponto devido ao rearranjo das partículas da mistura, o que demonstra que os transportes movimentam as partículas e atuam tanto beneficiando quanto prejudicando a qualidade do produto. Nas amostras realizadas na diagonal (T), o produto atingiu a garantia no envase (15%) e com o primeiro transporte (15,1%) e no segundo transporte (14,6%) o teor de P_2O_5 permaneceu dentro da tolerância exigida por lei.

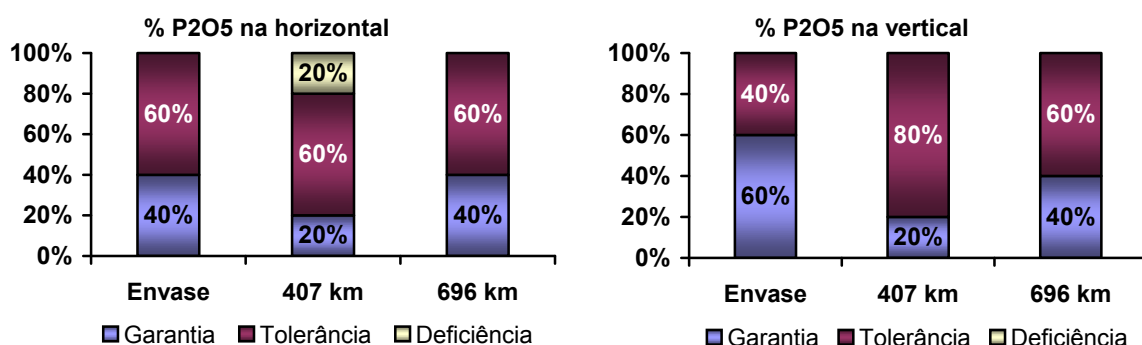


Figura 31 - Variação dos teores médios de P_2O_5 na fórmula 12-15-15, após o envase e os transportes, conforme tolerâncias constantes na Instrução Normativa nº 10/04 (Brasil, 2004b), nas amostras feitas na horizontal e na vertical

4.2.1.3 Avaliação do teor de potássio (K_2O)

Os teores médios de K_2O das amostras coletadas nos quatro “Big Bags” da fórmula 12-15-15, após o envase e os transportes, estão apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 - Teores de K_2O (%) na fórmula 12-15-15, nas três situações avaliadas. Valores médios dos quatro “Big Bags”

Tratamentos	Situações		
	Envase	407 km	696 km
H1	14,6 A	14,4 A	14,5 A
H2	15,3 A	15,2 A	15,0 A
H3	14,4 A	14,8 A	15,7 A
H4	15,0 A	14,8 A	14,3 A
H5	14,6 A	15,2 A	14,7 A
V1	15,2 A	14,9 A	14,7 A
V2	15,3 A	14,9 A	14,5 A
V3	15,0 A	15,5 A	15,4 A
V4	15,5 A	15,0 A	15,1 A
V5	14,5 A	15,1 A	14,7 A
T	15,4 A	15,4 A	14,6 A
Média	14,9	15,0	14,8

Médias seguidas pela mesma letra na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O teor de K_2O variou entre os tratamentos de 14,4% a 15,5%, no envase e após o primeiro transporte, e de 14,3% a 15,7% após o segundo transporte. Apesar destas variações, as análises estatísticas indicaram que não ocorreram diferenças significativas nos tratamentos em cada uma das três situações.

Analizando os resultados com relação à Instrução Normativa nº 10/04, do Ministério da Agricultura e Pecuária, no seu artigo 16, verifica-se que em todos os pontos amostrados, após o envase e os transportes, os teores médios de K_2O quando não atingiram a garantia de 15% da formulação, permaneceram dentro dos limites de tolerância permitidos pela legislação (10% sem exceder a uma unidade), ou seja, superior ou igual a 14%, apesar da movimentação sofrida pelos “Big Bags” nos transportes.

Nas amostras feitas na horizontal verifica-se pela Figura 32, que ocorreram quedas no teor de K_2O entre o envase e os transportes nas faixas H2 e H4. Já, na faixa H1 houve uma queda após o primeiro transporte, mas após o segundo transporte o teor voltou a aumentar. Na faixa H3 o teor aumentou com os transportes, e na faixa H5 houve aumento no teor de K_2O após o primeiro transporte, mas voltou a cair após o segundo transporte.

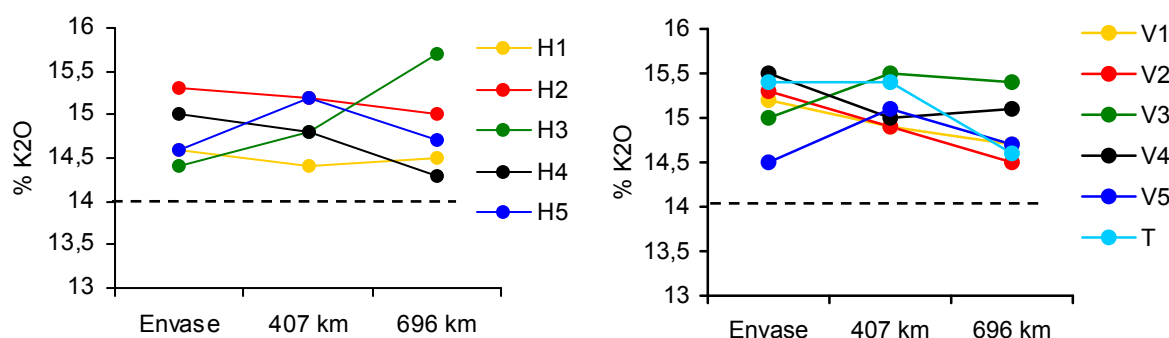


Figura 32 – Variações médias dos teores de K_2O (%) dos quatro “Big Bags” da fórmula 12-15-15, nas amostras feitas na horizontal, vertical e diagonal, após o envase e os transportes

Nas amostras feitas na vertical após os transportes, houve uma tendência de queda no teor de K_2O nos pontos de amostragens V1 e V2. No ponto V4 ocorreu uma queda após o primeiro transporte, mas após o segundo o teor voltou a subir. Nos pontos V3 e V5 houve

uma tendência de aumento após o primeiro transporte, mas houve queda no segundo. Na diagonal (T), o teor de K_2O se manteve o mesmo após envase e primeiro transporte, e apresentou queda com o segundo transporte.

Na média geral, os teores de K_2O ficaram dentro das tolerâncias exigidas por lei, o que demonstra que não houve influência negativa dos transportes.

Analizando a Figura 33, constatou-se que nos pontos coletados na horizontal, apesar das alterações ocorridas nos teores entre os tratamentos, o produto se manteve 40% na garantia e 60% na tolerância mesmo após os transportes.

Na vertical houve uma queda progressiva, passando de 80% que se encontravam na garantia no envase, para 60% e 40% após os transportes, o inverso ocorrendo com a tolerância, mas não chegando a atingir deficiência.

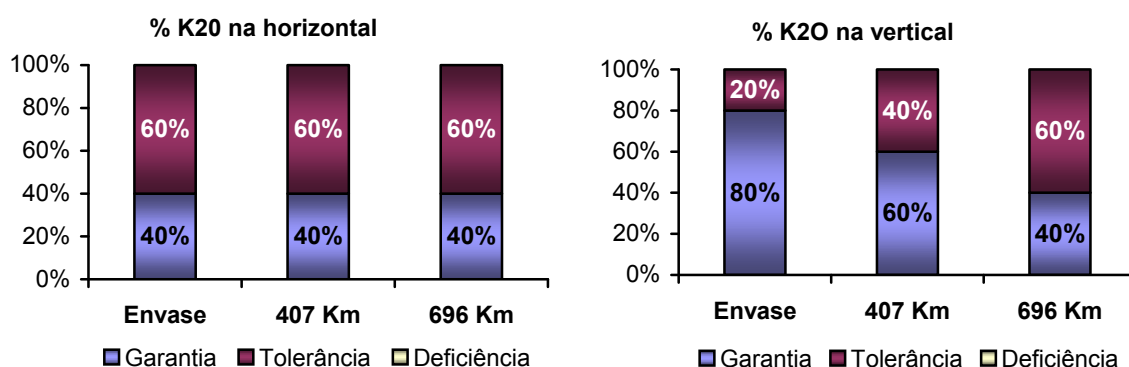


Figura 33 - Variação dos teores médios de K_2O na fórmula 12-15-15, após o envase e os transportes, conforme tolerâncias constantes na Instrução Normativa nº 10/04 (Brasil, 2004b), nas amostras feitas na horizontal e na vertical

4.2.1.4 Avaliação do somatório de NPK

O somatório dos teores de $N-P_2O_5-K_2O$ das amostras coletadas nos quatro “Big Bags” da fórmula 12-15-15, após o envase e os transportes, estão apresentados na Tabela 13.

Tabela 13 - Somatório dos teores na fórmula 12-15-15, nas três situações avaliadas. Valores médios dos quatro “Big Bags”

Tratamentos	Situações		
	Envase	407 km	696 km
H1	41,0 A	40,7 A	40,6 A
H2	42,3 A	40,9 A	40,8 A
H3	42,0 A	42,3 A	42,3 A
H4	41,3 A	41,4 A	41,8 A
H5	40,2 A	40,7 A	40,7 A
V1	42,0 A	41,0 A	41,4 A
V2	41,5 A	41,1 A	40,9 A
V3	42,5 A	41,6 A	41,7 A
V4	42,3 A	41,8 A	41,7 A
V5	41,0 A	41,2 A	41,7 A
T	42,1 A	41,9 A	41,2 A
Média	41,6	41,3	41,3

Médias seguidas pela mesma letra na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados mostraram que não ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos dentro da mesma situação.

Analizando os resultados com relação à Instrução Normativa nº 10/04, do Ministério da Agricultura e Pecuária, no seu artigo 16, verifica-se que em todos os pontos amostrados, após o envase e os transportes, os teores médios do somatório, quando não atingiram a garantia de 42% da formulação, permaneceram dentro dos limites de tolerância permitidos pela legislação (95% sem exceder a duas unidades), ou seja, superior ou igual a 40%.

A Figura 34 apresenta graficamente, as variações nos teores do somatório de N-P₂O₅-K₂O nas amostragens feitas na horizontal, vertical e diagonal, após o envase e os transportes, na média dos quatro “Big Bags”.

Nas amostragens feitas na horizontal, as maiores tendências de queda no teor do somatório foram nas faixas H1 e H2, já na faixa H4 o teor aumentou com os transportes, e nas faixas H3 e H5 o teor aumentou com o primeiro e se manteve o mesmo com o segundo transporte (Figura 34).

Na vertical, após os transportes houve uma tendência de queda no teor do somatório nos pontos de amostragem V2 e V4, nos pontos V1 e V3 ocorreu uma queda após o primeiro

transporte mas, após o segundo, o teor voltou a subir. No ponto V5 houve uma tendência de aumento no teor a partir do envase até o segundo transporte. Na diagonal (T), ocorreu queda a partir dos transportes (Figura 34).

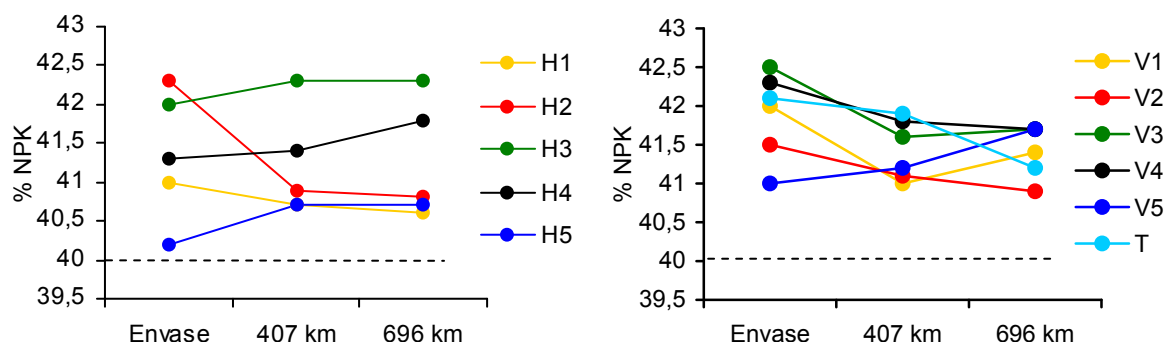


Figura 34 – Variações médias dos teores do somatório N-P₂O₅-K₂O (%) dos quatro “Big Bags” na fórmula 12-15-15, nas amostras feitas na horizontal, vertical e diagonal, após o envase e os transportes

Na média geral, os teores do somatório N-P₂O₅-K₂O permaneceram dentro das tolerâncias exigidas por lei, o que demonstra que não houve influência negativa significativa dos transportes, apesar das quedas nos teores que ocorreram em determinados pontos de amostragens.

Os dados apresentados na Figura 35 indicam que nas amostras feitas na horizontal no envase, o produto manteve-se com 40% dos teores do somatório dentro da garantia, ou seja, superior ou igual a 42%, e 60% na tolerância, ou seja, entre 40 e 42%. Após os transportes ocorreu queda no teor permanecendo em 20% dos pontos amostrados dentro da garantia e os demais dentro da tolerância.

Nas amostras feitas na vertical, 60% dos pontos amostrados no envase atingiram o teor garantido na formulação (Figura 35). Nos demais pontos, no envase e após os transportes, ficaram dentro da tolerância permitida por lei. Nas amostras feitas na diagonal, o produto atingiu a garantia no envase (42,1%), mas após os transportes houve uma queda no teor permanecendo dentro da tolerância (41,9% e 41,2%).

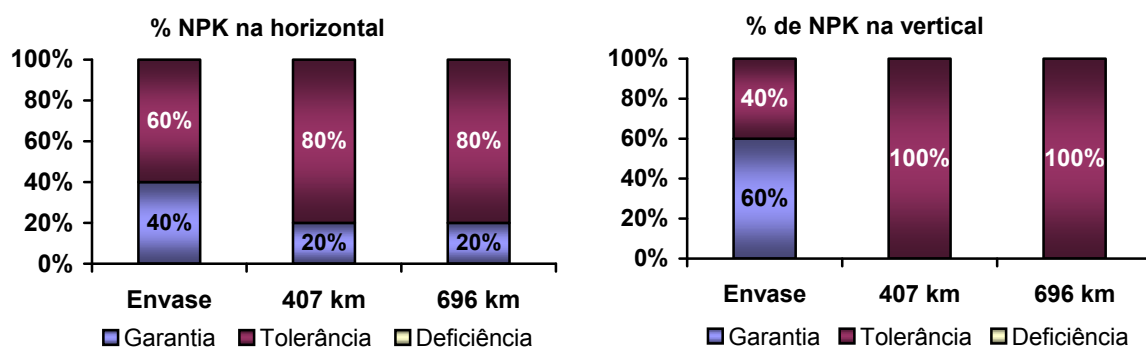


Figura 35 - Variação dos teores do somatório N-P₂O₅-K₂O na fórmula 12-15-15, após o envase e os transportes, conforme tolerâncias constantes na Instrução Normativa nº 10/04 (Brasil, 2004b), nas amostras feitas na horizontal e na vertical

4.2.2 Análise granulométrica

As porcentagens médias de material retido por peneira das amostras coletadas na horizontal, vertical e diagonal da fórmula 12-15-15, após o envase e os transportes, estão apresentados na Tabela 14.

Tabela 14 - Resultados das análises de granulometria obtidos na média dos tratamentos dos quatro “Big Bags” para fórmula 12-15-15, após o envase e os transportes

Tratamentos	Situação					
	Envase		407 km		696 km	
	Passante (%)		Passante (%)		Passante (%)	
	Peneiras		Peneiras		Peneiras	
	4,0 mm	1,0 mm	4,0 mm	1,0 mm	4,0 mm	1,0 mm
H1	96,05 A	2,02 ABC	97,62 A	3,57 AB	96,17 A	1,39 BC
H2	95,36 A	0,79 C	96,45 A	1,72 AB	96,72 A	3,45 AB
H3	96,12 A	0,76 C	95,92 A	2,74 AB	94,96 A	0,7 C
H4	95,45 A	2,93 AB	95,36 A	2,53 AB	94,04 A	1,31 BC
H5	96,26 A	3,32 A	96,30 A	4,41 A	97,10 A	4,66 A
V1	94,70 A	1,07 C	97,18 A	1,08 AB	96,04 A	0,94 BC
V2	94,63 A	0,66 C	95,68 A	1,28 AB	96,96 A	0,98 BC
V3	96,24 A	0,46 C	95,70 A	0,46 B	96,43 A	0,64 C
V4	93,97 A	0,48 C	94,43 A	0,25 B	94,05 A	0,61 C
V5	95,69 A	1,35 BC	95,24 A	1,32 AB	93,50 A	0,78 C
T	93,14 A	0,71 C	95,90 A	1,70 AB	95,58 A	3,04 ABC
Média	95,23	1,32	95,98	1,91	95,59	1,68

Médias seguidas pela mesma letra na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados mostraram que não ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos, nas porcentagens de material passante por peneira de 4,0 mm - ABNT 5, no

envase ocorrendo uma variação de 93,14% a 96,26%, fato que se repetiu após o primeiro transporte ocorrendo uma variação de 94,43% a 97,62%, e após o segundo transporte com variação entre os tratamentos de 93,50% a 97,10%.

Para peneira de 1,0 mm - ABNT 18, ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos no envase, entre o ponto H5 com os pontos H2, H3, V1, V2, V3, V4, V5 e T, ocorrendo uma variação de 3,32% a 0,46%, após o primeiro transporte também ocorreram diferenças significativas entre os pontos H5 com os pontos V3 e V4, ocorrendo uma variação de 4,41% a 0,25%, e após o segundo transporte ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos entre os pontos H5 e os pontos H1, H3, H4, V1, V2, V3, V4 e V5, ocorrendo uma variação de 4,66% a 0,61%.

Com relação à granulometria, a Instrução Normativa nº 10/04 (Brasil, 2004b), especifica para as misturas de grânulos, que 95% dos materiais passem por peneira de 4,0 mm - ABNT 5, com tolerância de 5%, ou seja, 90,25% é o mínimo de material que deve passar na peneira de 4,0 mm - ABNT 5.

Analisando os dados da Tabela 14, verificou-se que a porcentagem de material passante na peneira 4,0 mm - ABNT 5, variou entre os tratamentos de 93,14% a 96,26%, e na peneira de 1,0 mm - ABNT 18, de 0,46% a 3,32% no envase, de 94,43% a 97,62% na peneira de 4,0 mm - ABNT 5 e de 0,25% a 4,41% na peneira de 1,0 mm - ABNT 18 após o primeiro transporte, e de 93,50% a 97,10% na peneira de 4,0 mm - ABNT 5 e de 0,61% a 4,66% na peneira de 1,0 mm - ABNT 18 após o segundo transporte. Essas variações são consideradas aceitáveis perante a legislação.

Verifica-se que para peneira de 4,0 mm - ABNT 5, não houve uma tendência de queda ou de aumento nas porcentagens de material passante ao longo das faixas de altura dos “Big Bags”.

Em todos os níveis de altura de amostragem, mesmo após os transportes, o fertilizante se manteve dentro dos limites tolerados pela legislação tanto para a peneira de 4,0 mm - ABNT 5, como para a de 1,0 mm - ABNT 18.

Analizando os resultados constantes na Figura 36, constatou-se que, nas amostras feitas na horizontal, o produto apresentou-se 100% dentro da garantia, ou seja, superior ou igual a 95% de material passante em peneira de 4,0 mm - ABNT 5, no envase e após o primeiro transporte. Com o segundo transporte, a porcentagem de material passante dentro da garantia ficou em 60%, permanecendo 40% dentro da tolerância. Nas amostras feitas na vertical, no envase, 40% dos pontos amostrados atingiram a garantia, permanecendo 60% dentro da tolerância, e houve uma melhoria na porcentagem de material passante atingindo a garantia em 80% e 60%, após o primeiro e segundo transportes, respectivamente, permanecendo a diferença dentro da tolerância permitida por lei.

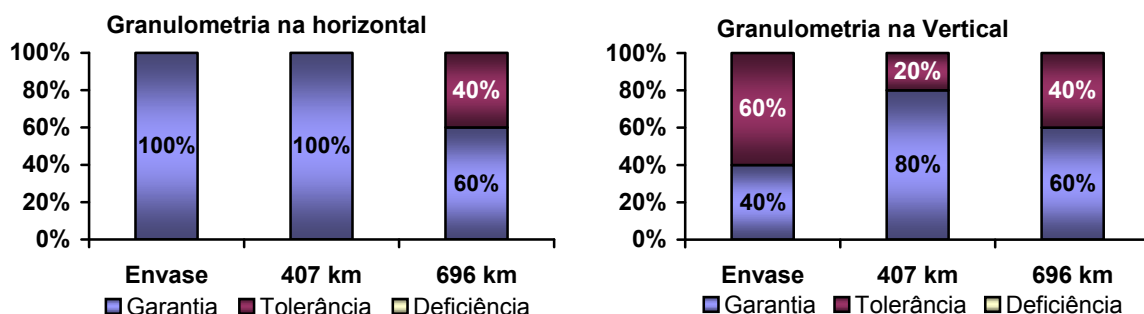


Figura 36 - Variação da porcentagem de material passante em peneira de 4,0 mm na fórmula 12-15-15, após o envase e os transportes, conforme tolerâncias constantes na Instrução Normativa nº 10/04 (Brasil, 2004b), nas amostras feitas na horizontal e vertical

Nas amostras feitas na diagonal, no envase o produto permaneceu dentro da tolerância (93,14%) permitida pela legislação e, após os transportes, a porcentagem de material passante foi superior a 95%, atingindo a garantia exigida por lei.

A Figura 37 apresenta a representação gráfica das variações granulométricas retidas em porcentagem. Constatou-se que em todos tratamentos, após envase e transportes, a maior

quantidade de material foi retida na peneira de 2,0 mm - ABNT 10 (40 a 50%), seguida pelas peneiras de 2,8 mm - ABNT 7 (30 a 40%), 1,0 mm - ABNT 18 (10 a 20%), e de 4,0 mm - ABNT 5 (2 a 5%), o que demonstra que esta fórmula apresentou maior porcentagem de grânulos menores, motivo pelo qual este fertilizante não foi reprovado granulometricamente.

Observa-se que houve uma queda na porcentagem de material retido nas peneiras 2,8 mm - ABNT 7 e 2,0 mm - ABNT 10, após o primeiro transporte nas amostras realizadas na horizontal nas posições H1, H2, H3 e H5, ao mesmo tempo em que ocorreu aumento na porcentagem de material retido na peneira 1,0 mm - ABNT 18, nas posições H1, H2 e H5.

Após o segundo transporte, verifica-se que houve queda na porcentagem de material retido na peneira 2,8 mm - ABNT 7, nas posições H2, H3 e H5, e na peneira 2,0 mm - ABNT 10, a queda ocorreu nas posições H2 e H4, tendo ocorrido aumento de material retido na posição H1 na peneira 2,8 mm - ABNT 7, sendo que na posição H4 a porcentagem não se alterou.

Nas posições H1, H3 e H5, na peneira 2,0 mm - ABNT 10, e para peneira 1,0 mm - ABNT 18, nas posições H2 e H3, ocorreu aumento na porcentagem de material retido após o segundo transporte. Para peneira 4,0 mm - ABNT 5, a queda na porcentagem de material retido com o primeiro transporte ocorreu nas posições H1 e H2, não tendo se alterado nas posições H3, H4 e H5, mas com o segundo transporte houve aumento na porcentagem de material retido nas posições H1, H3 e H4, e queda na posição H5, não tendo se alterado na posição H2 (Figura 37).

Constata-se que nas amostragens realizadas na vertical, ocorreu uma queda na porcentagem de material retido nas peneiras 4,0 mm - ABNT 5, nas posições V1 e V2, após o primeiro transporte, com aumento na posição V5. Com o segundo transporte a porcentagem de material retido aumentou nas posições V1, V4 e V5, com queda na posição V2, sendo que

na posição V3, as porcentagens de material retido praticamente não se alteraram com os transportes (Figura 37).

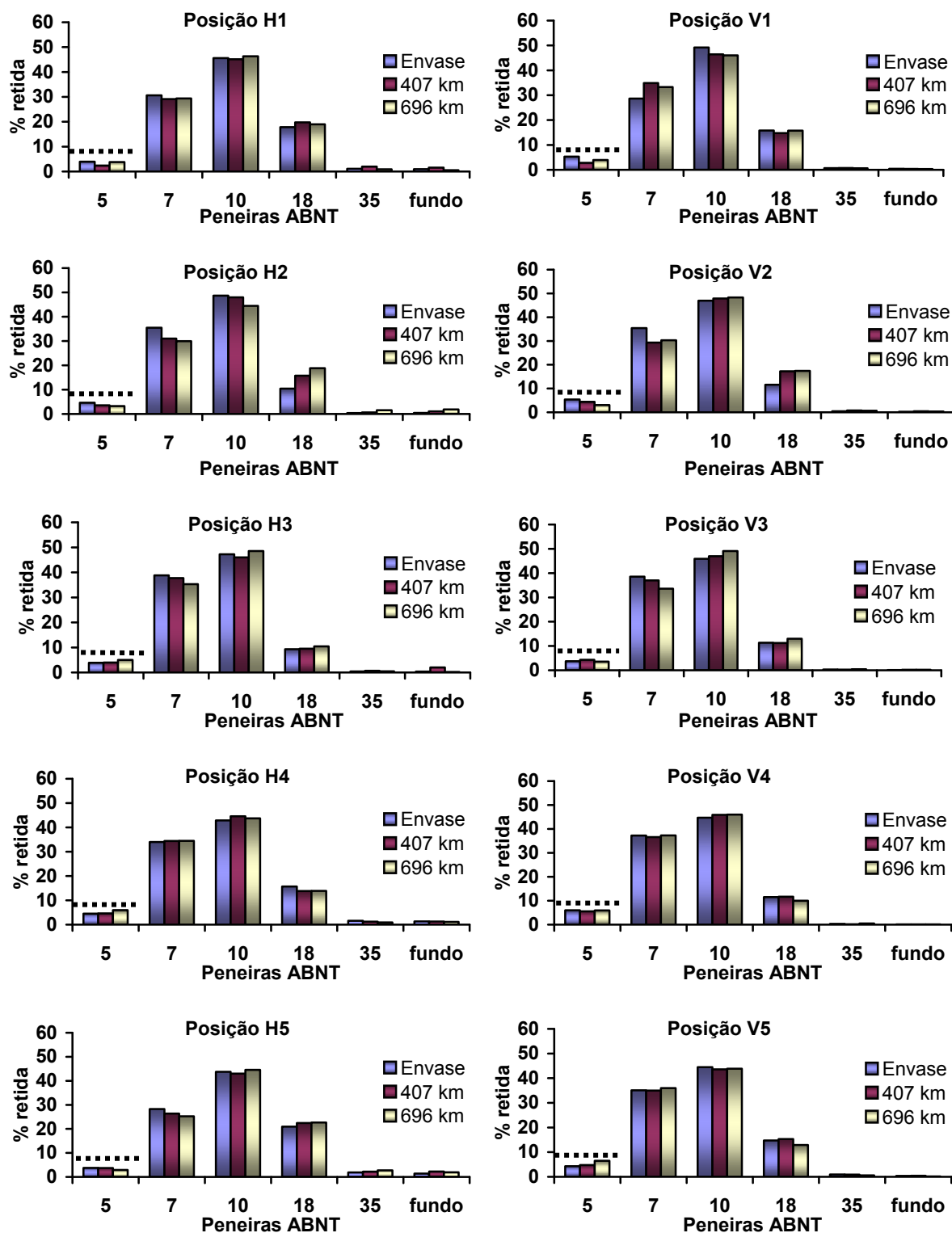


Figura 37 - Variações granulométricas retidas por peneira (ABNT) nas três situações avaliadas (envase e transportes), nos pontos de amostragens na horizontal e vertical. Médias dos quatro “Big Bags” da fórmula 12-15-15

Para peneira de 2,8 mm - ABNT 7, a posição V1 foi o único ponto em que ocorreu aumento na porcentagem de material retido com o primeiro transporte, e nas posições V2, V3, V4 e V5, ocorreram queda, com o segundo transporte ocorreram queda nas posições V1 e V3, e aumento nas posições V2, V4 e V5. Para peneira 2,0 mm - ABNT 10, com o primeiro transporte, ocorreram queda na porcentagem de material retido nas posições V1 e V5 com o primeiro transporte, e aumento nas posições V2, V3 e V4, sendo que com o segundo transporte, na posição V3 ocorreu um aumento, e nas posições V1, V2, V4 e V5, não ocorreram alterações. Para peneira 1,0 mm - ABNT 18 a porcentagem retida superou à da peneira 4,0 mm - ABNT 5, ao contrário do ocorrido com a fórmula 02-30-10 (Figura 37).

Nas Figuras 37 e 38, a linha tracejada marca o limite permitido pela legislação para material retido em peneira de 4,0 mm - ABNT 5, que é de 9,75%. Constata-se que em todos os tratamentos, nas três situações, a porcentagem de material retido foi inferior ao limite permitido pela legislação.

Na amostragem feita na diagonal (T), conforme apresentado na Figura 38, a quantidade de material retido no envase, na peneira 2,8 mm - ABNT 7 e na peneira 2,0 mm - ABNT 10, foi de aproximadamente 84% do total, seguidos pela peneira 1,0 mm - ABNT 18, e peneira 4,0 mm - ABNT 5.

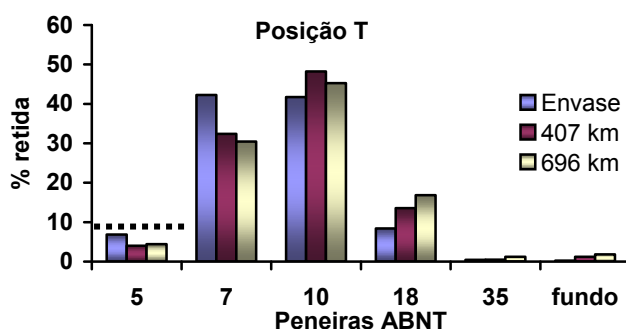


Figura 38 - Variações granulométricas retidas por peneira (ABNT) nas três situações avaliadas (envase e transportes), na diagonal. Médias dos quatro “Big Bags” da fórmula 12-15-15

Nota-se pela Figura 38 que com os transportes ocorreram aumentos na quantidade de material retido nas peneiras 2,0 mm - ABNT 10 e 1,0 mm - ABNT 18, e redução nas peneiras 2,8 mm - ABNT 7 e 4,0 mm - ABNT 5, devido à segregação causada pela movimentação das partículas.

4.2.3 Avaliação da amostra composta

4.2.3.1 Avaliação química

Os resultados das análises de N, P_2O_5 , K_2O e do somatório, da fórmula 12-15-15, da amostra denominada composta, realizada após o envase e os transportes, estão apresentados na Tabela 15.

Tabela 15 - Teores de N, P_2O_5 , K_2O e soma dos nutrientes na amostra composta da fórmula 12-15-15, após o envase e os transportes

Nutrientes (%)	Situações		
	Envase	407 km	696 km
N	11,50	11,60	11,00
P_2O_5	16,10	*13,80	14,30
K_2O	15,60	17,00	17,00
Soma	43,2	42,4	42,3

* Teor com deficiência

Os resultados revelaram que o P_2O_5 teve uma alteração significativa em seu teor após o primeiro transporte, passando de 16,1% para 13,8%, que perante a legislação o produto se encontra com deficiência, mas, após o segundo transporte, com o rearranjo das partículas, o teor voltou a aumentar alcançando 14,3% e, neste caso, encontrando-se dentro da tolerância exigida pela legislação.

O teor de N teve uma tendência de aumento após o primeiro transporte, passando de 11,5% para 11,6%, e de queda após o segundo transporte, passando de 11,6% para 11,0%, atingindo o limite entre a tolerância e a deficiência, mas ainda dentro da tolerância.

No caso do K_2O , ao contrário do N e do P_2O_5 , após o envase, a análise indicou que seu teor era de 15,6% superando a garantia declarada, e com os transportes o teor obteve uma alta chegando a 17%, superando em 2% o teor de K_2O declarado na formulação.

4.2.3.2 Avaliação granulométrica

Verifica-se pela Tabela 16, que o material passante para as peneiras 4,0 mm - ABNT 5 e 1,00 mm - ABNT 18, na amostra composta se manteve dentro da porcentagem permitida pela Instrução Normativa nº 10/04 (Brasil, 2004b), após o envase e os transportes.

Tabela 16 - Resultados das análises de granulometria obtidos na amostra composta para fórmula 12-15-15, após o envase e os transportes

Envase		Situações			
Passante (%) Peneiras		407 km		696 km	
		Passante (%) Peneiras		Passante (%) Peneiras	
4,0 mm	1,0 mm	4,0 mm	1,0 mm	4,0 mm	1,0 mm
96,69	1,09	96,61	0,65	96,64	1,25

O material na peneira de 4,0 mm - ABNT 5, obteve pouca alteração após o envase e os transportes, e para a peneira 1,0 mm - ABNT 18, houve queda do material passante após o primeiro transporte e aumento após o segundo transporte.

A exemplo dos pontos amostrados na horizontal, vertical e diagonal, a Figura 39 demonstra que a maior quantidade de material foi retida na peneira de 2,0 mm - ABNT 10, seguida pela peneira de 2,8 mm - ABNT 7, 1,0 mm - ABNT 18, e de 4,0 mm - ABNT 5, demonstrando que este fertilizante possui maior porcentagem de partículas com granulometria entre 2,0 e 2,8 mm, ou seja, grânulos com tamanhos aproximados o que favorece a homogeneidade da mistura.

A Figura 39 mostra que ocorreram variações nas porcentagens de material retido com o envase e os transportes, pois houve aumento da quantidade de material retido na peneira 2,8 mm - ABNT 7 e queda na peneira de 2,0 mm - ABNT 10, com o primeiro

transporte, fato que não se repetiu com o segundo transporte, ocorrendo queda na quantidade de material retido na peneira 2,8 mm - ABNT 7 e aumento na peneira de 2,0 mm - ABNT 10. Nas peneiras de 4,0 mm - ABNT 5 e 1,0 mm - ABNT 18, as porcentagens de materiais retidos praticamente não se alteraram.

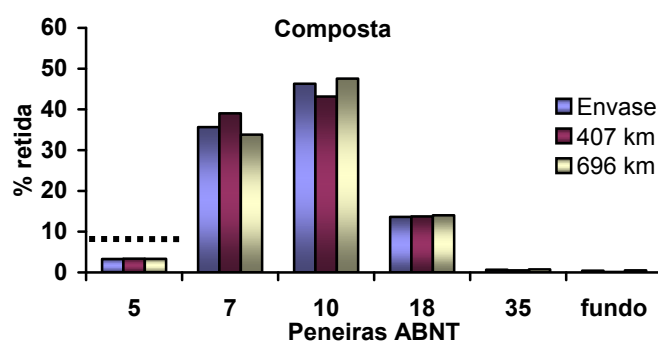


Figura 39 - Variações granulométricas retidas por peneira (ABNT) nas três situações avaliadas (envase e transportes), na amostra composta da fórmula 12-15-15

Devido à homogeneidade da mistura da fórmula 12-15-15, apesar da segregação ocorrida com os transportes, o fertilizante se manteve dentro das tolerâncias permitidas pela legislação.

4.2.4 Avaliação da relação entre os resultados das análises granulométricas e químicas

4.2.4.1 Granulometria e os teores de P_2O_5 e relação entre os teores de P_2O_5 e K_2O

Verifica-se pela Figura 40, que as alterações dos teores de P_2O_5 das amostras dos vários tratamentos não influenciaram negativamente as porcentagens de material passante pela peneira de 4,0 mm - ABNT 5, as quais permaneceram na sua totalidade acima de 90,25%, que representa pela legislação o limite de tolerância permitido, sendo que este fato se repetiu nas três situações pesquisadas, envase e transportes, fato ocorrido devido às matérias-primas que contém fósforo utilizadas nesta fórmula apresentarem maior porcentagem de partículas com granulometria inferiores a 4,0 mm - ABNT 5. Constata-se que entre os teores

de P_2O_5 e de K_2O também não houve influência negativa comprovando a homogeneidade da mistura.

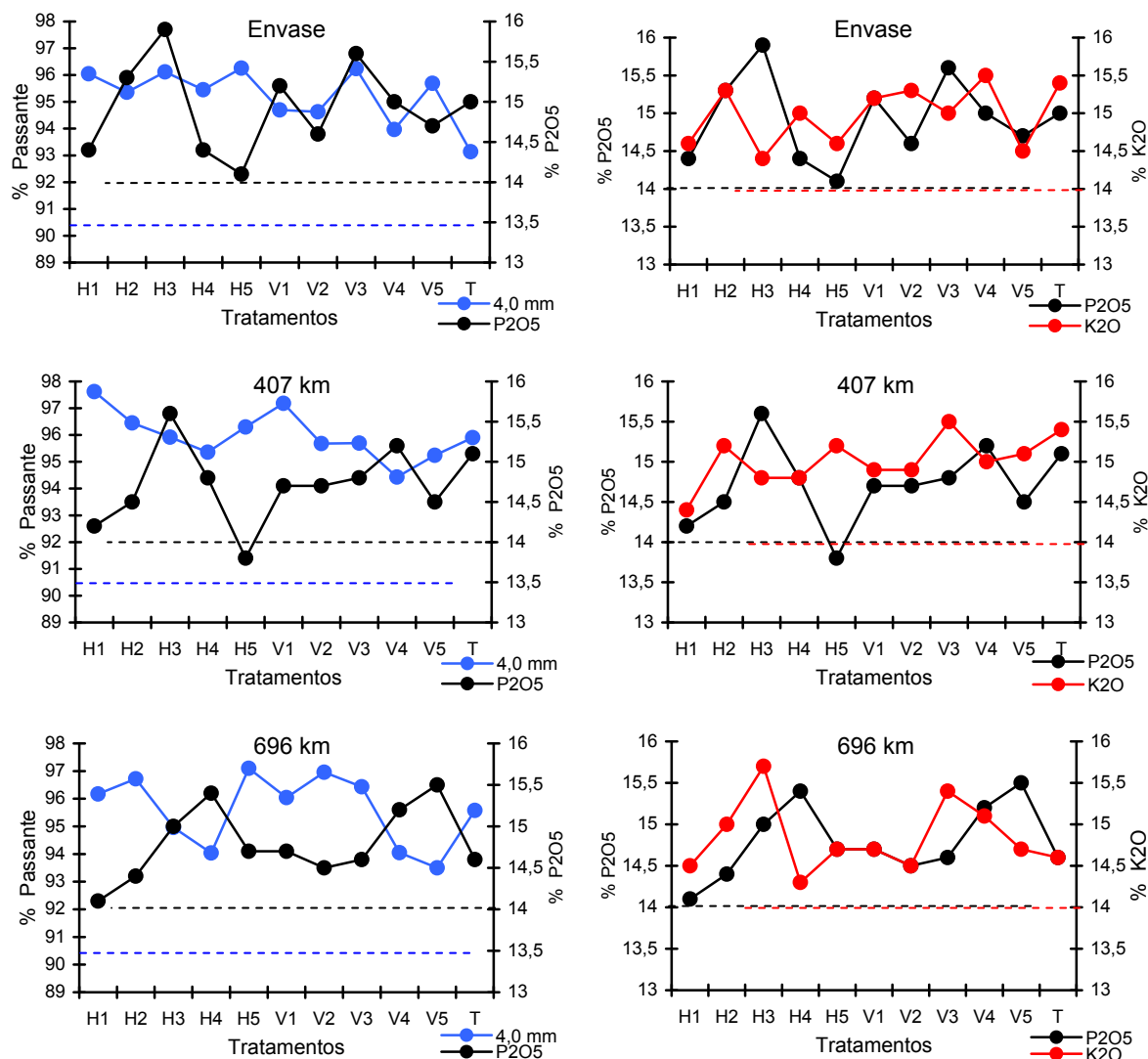


Figura 40 - Relação entre os teores de P_2O_5 e o percentual granulométrico de material passante em peneira de 4,0 mm, e entre os teores de P_2O_5 e de K_2O nos tratamentos da fórmula 12-15-15, após o envase e transportes

A linha tracejada em azul representa pela Figura 40 o limite de tolerância permitida pela legislação de material retido em peneira de 4,0 mm - ABNT 5, mostra que em nenhum dos tratamentos ocorreu porcentagem de material passante inferior ao tolerado perante a legislação.

A linha tracejada em preto representa o limite de teor de P_2O_5 permitido pela legislação, a linha tracejada em vermelho representa o limite de teor de K_2O permitido pela legislação (Figura 40). Os tratamentos que apresentaram teores abaixo destas linhas encontram-se reprovados pela legislação. Constatou-se, que não houve reprovação no teor de K_2O em nenhum dos tratamentos. Já no caso do P_2O_5 , ocorreu reprovação no tratamento H5 após o primeiro transporte, fato que não foi encontrada explicação devido à homogeneidade granulométrica desta mistura.

4.2.4.2 Granulometria e os teores de K_2O e relação entre os teores de K_2O e N

Os teores de K_2O apresentados na Figura 41, revelam que não houve influência negativa das porcentagens de material passante pela peneira de 4,0 mm - ABNT 5, após envase e transportes.

Entre os teores de K_2O e N, após o envase e os transportes, houve tendência de ocorrer relação inversa, com queda no teor de N quando no mesmo tratamento ocorreu maior teor de K_2O , e de aumento no teor de N quando no mesmo tratamento ocorreu menor teor de K_2O , mas este fato não chegou a causar reprovação destes elementos perante a legislação.

A linha tracejada em azul (Figura 41) representa o limite de tolerância permitida pela legislação de material retido em peneira de 4,0 mm - ABNT 5, mostra que em nenhum dos tratamentos ocorreu porcentagem de material passante inferior ao tolerado perante a legislação. A linha tracejada em vermelho representa o limite de teor de K_2O permitido pela legislação, e a linha tracejada em verde representa o limite de teor de N permitido pela legislação.

Constata-se que não ocorreu reprovação em nenhum dos tratamentos, tanto de natureza física quanto química, fato explicado pela homogeneidade granulométrica das matérias-primas utilizadas nesta mistura (Figura 41).

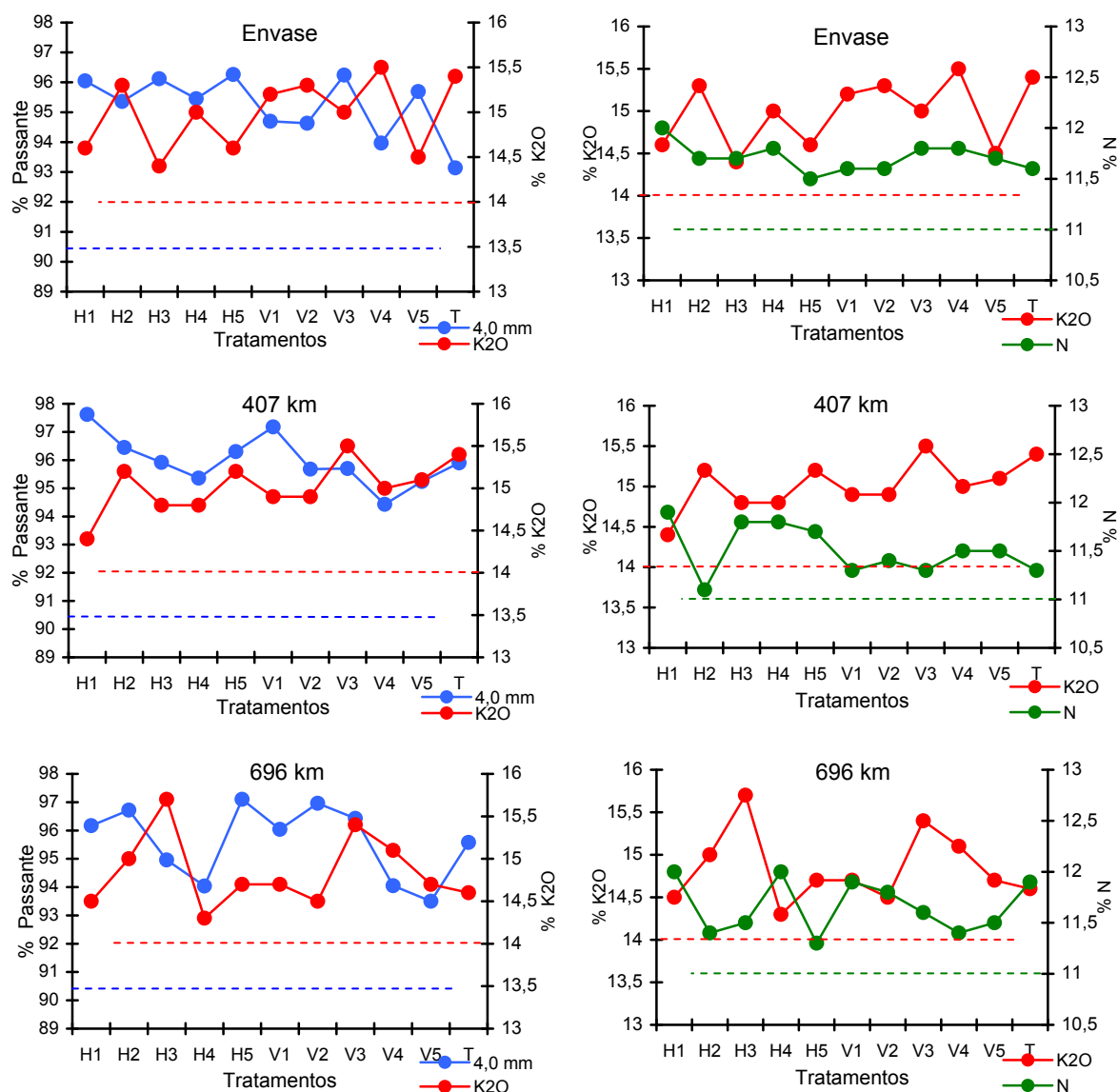


Figura 41 - Relação entre os teores de K_2O e o percentual granulométrico de material passante por peneira de 4,0 mm, e entre os teores de K_2O e de N nos tratamentos da fórmula 12-15-15, após o envase e transportes

4.2.4.3 Granulometria e os teores de N e relação entre os teores de N e P_2O_5

As alterações nos teores de N apresentados na Figura 42, revelam que não houve influência negativa das porcentagens de material passante pela peneira de 4,0 mm - ABNT 5, após envase e transportes. Entre os teores de P_2O_5 e de N também não houve influência negativa comprovando a homogeneidade da mistura.

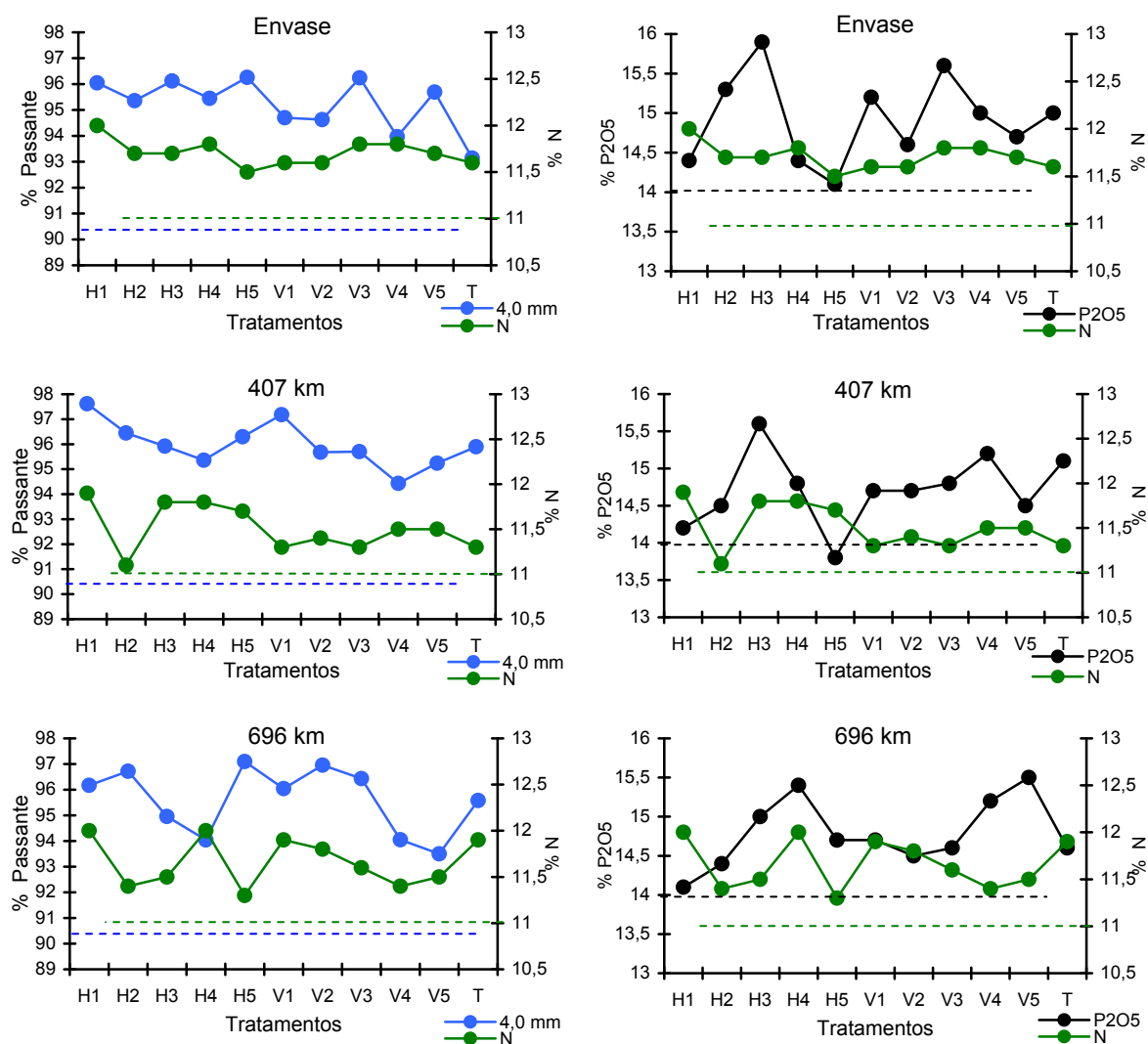


Figura 42 - Relação entre os teores de N e o percentual granulométrico de material passante por peneira de 4,0 mm, e entre os teores de N e de P_2O_5 nos tratamentos da fórmula 12-15-15, após o envase e transportes

A linha tracejada em azul (Figura 42), representa o limite de tolerância permitida pela legislação de material retido em peneira de 4,0 mm - ABNT 5, mostra que em nenhum dos tratamentos ocorreram reprovação granulométrica. A linha tracejada em verde representa o limite de tolerância para o teor de N permitido pela legislação, e a linha tracejada em preto representa o limite de tolerância permitida para o teor de P_2O_5 .

Assim, constatou-se que em nenhum tratamento, nas três situações estudadas houve reprovação do teor de N perante a legislação (Figura 42). A única exceção foi o teor de P_2O_5

no tratamento H5, após transporte por 407 km, fato não justificado devido à homogeneidade desta mistura.

5 CONCLUSÃO

1. Independentemente do momento em que foram retiradas as amostras (após envase e transportes), e da metodologia utilizada na amostragem, o fator que mais contribuiu para os resultados das análises químicas e granulométricas, foi o tamanho dos grânulos das matérias-primas utilizadas nas misturas de grânulos testadas.

2. Os métodos de amostragem nos sentidos horizontal, vertical e diagonal, mostraram-se sensíveis à segregação provocadas pelos efeitos “cone” (no envase) e de vibração (transportes), bem como a fluidez de grânulos de formato arredondado, principalmente na formulação 02-30-10, que apresentou grânulos menos homogêneos.

3. A formulação mistura de grânulos, elaborada com matérias-primas de tamanho médio das partículas (SGN) e índice de uniformidade (UI) dentro da variação de $\pm 5\%$, apresentou menor segregação, apesar do efeito “cone” no envase e da movimentação das partículas nos transportes, fazendo com que o produto, quase que na totalidade dos pontos de amostragem, permanecesse dentro do padrão de qualidade tanto química quanto granulométrica, conforme verificado na fórmula 12-15-15.

4. Recomenda-se mudança na legislação com a redução da amplitude de especificação granulométrica das misturas de grânulos, visando obtenção de fertilizantes de melhor qualidade de natureza física e menos sujeitos aos efeitos da segregação.

5. Recomenda-se que as empresas fabricantes e misturadoras de fertilizantes selecionem as matérias-primas que apresentem tamanho médio das partículas (SGN) e índice de uniformidade (UI) com variação de $\pm 5\%$ em relação a média, para formulação das misturas de grânulos.

REFERÊNCIAS

AGRICULTURA de precisão. **Produtor Rural**, Cuiabá, n. 89, p. 15-17, maio. 2000.

ALCARDE, J. C. A Responsabilidade do setor agrônomo pela qualidade dos fertilizantes e corretivos. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 77, p. 1-3, mar. 1997.

_____. Qualidade dos Fertilizantes e Corretivos. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20., Piracicaba, 1992. **Anais**. Campinas: Fundação Cargill, 1992. p. 275-298.

_____. Controle de qualidade de fertilizantes líquidos. In: VITTI, G. C.; BOARETTO, A. E. (Coords) **Fertilizantes Líquidos**. Piracicaba: Potafós, 1994. p. 141-157.

ALCARDE, J. C. et al. Avaliação da Higroscopicidade de Fertilizantes e Corretivos. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 49, n. 1, p. 137-144. 1992.

ALCARDE, J. C.; GUIDOLIN, J. A.; LOPES, A. S. **Os adubos e a eficiência das adubações**. 3. ed. São Paulo: ANDA, 1998. 35 p. (Boletim Técnico, 3).

AN ECONOMICAL process for a la carte formulations. (Compaction-Granulation). **Fertilizer Internacional**. London, n. 402, Sept/Oct. 2004. Disponível em: <<http://infotrac.galegroup.com/itw/infomark/76/286/110225629w3...>>. Acesso em: 14 mar 2006.

ANDA. Fertilizantes Compostos e Granulados. In: _____. **Manual de Adubação**. 2. ed. São Paulo: Ave Maria, 1971. p. 115-130.

_____. **Manual de controle de qualidade de fertilizantes minerais sólidos**. São Paulo: ANDA, 1988.

_____. **Manual de controle de qualidade de fertilizantes líquidos e sólidos foliares**. São Paulo: ANDA, 1991.

_____. **Anuário estatístico do setor de fertilizantes 2003**. São Paulo. Editora. Gráfica Nagy, 2004.

BALASTREIRE, L. A; COELHO, J. L. D. **Aplicação mecanizada de fertilizantes e corretivos**. 2. ed. São Paulo: ANDA, 2000. (ANDA, Boletim Técnico, 7).

BERTOLOTI, L. et al. Avaliação da possibilidade de segregação em fertilizantes mistos. SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 8., São Paulo. **Resumos...** São Paulo: USP, 2000. p. 14. v. 1.

BORTOLLI, S. A de.; MAIA, I. de G. Influência da aplicação de fertilizantes na ocorrência de pragas. In: SÁ, M. E. de; BUZZETTI, S. (Coords). **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas**. São Paulo: Ícone, 1994. p. 53-64.

BRANDÃO, R. P.; PATERNIANI, R. S.; SPOLIDORIO, E. S. **Incompatibilidade física em fertilizantes**: Segregação em misturas de grânulos. Piracicaba: ESALQ, 1996. Apostila.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Apoio Rural e Cooperativismo. **Amostragem e análise do solo**: calagem, adubação, sementes. Brasília: MAPA/SARC, 2002.

_____. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Análise de Corretivos Fertilizantes e Inoculantes: Métodos Oficiais**. Brasília: Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária, 1983.

_____. Instrução Normativa nº 10/04, de 6 de maio de 2004. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 12 mai. 2004a. Seção II, p. 15.

_____. Instrução Normativa nº 10/04, de 28 de outubro de 2004. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 04 nov. 2004b. Seção 1, p. 3.

CALAGEM e adubação. In: REUNIÃO DA COMISSÃO CENTRO-SUL BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 19., 2004, Londrina. **Anais...** Londrina: IAPAR/EMBRAPA, 2004. p. 23-32.

CALMANOVICI, C. E. Propriedades físicas I: empedramento de fertilizantes. **Fertilizantes**. São Paulo, v. 8, n. 2. p. 14-18, dez. 1986.

CANADIAN FERTILIZER INSTITUTE. **The CFI Guide of material selection for the production of quality blends**. Ottawa, Ontário, Canadá, 1986. 18 p.

EUROPEAN BLENDERS ASSOCIATION. Code of Good Practice Quality. In: C., LANCE, G. E. N. **Handbook of Solid Fertilizer Blending**. [s.l]: Quality Committee Montiviron, 1997. p. 1-21.

FERTIPAR. **Qualidade física dos fertilizantes**. Disponível em: <http://www.fertipar.com.br/tec_fisico.htm>. Acesso em: 19 fev. 2005.

FORMISANI, C. So you want make granular NPKs. (granular fertilizers). **Fertilizer Internacional**, London, n. 406, May/June 2005. Disponível em: <http://infotrac.galegroup.com/infomark/254/513/109118503w3/purl=rcl_ITOF_0_A133...> Acesso em: 14 mar.2006.

GOMES, R. P. **Adubos e adubações**. São Paulo, 6. ed. São Paulo: Livraria Nobel 1977.

GOSSELIN, J. A. What is happening to quality control in blending? (producer). In: ANNUAL MEETING OF THE FERTILIZER INDUSTRY ROUND TABLE, 33., Glen Arm. 1983. **Proceedings...** Maumee: Andersons, 1983. p. 39-40.

HEGGE, H. J. How to prevent segregation. **Fertilizer International**, London, n. 407 July/Aug, 2005. Disponível em: <<http://infotrac.galegroup.com/itw/infomark/129/510/109115803w3>>. Acesso em: 14 mar. 2005.

IFA; UNEP. **Mineral fertilizer distribution and the environment**. Paris, 2000. Disponível em: <<http://www.fertilizer.org/ifa/publicat/pdf/fertdist.pdf>>. Acesso em: 28 nov. 2005.

_____. **O uso de fertilizantes minerais e o meio ambiente**. São Paulo: ANDA, 2000.

INSTITUTO DE PLANEJAMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Tecnologia Moderna para a Agricultura**. Brasília. 1975. v.2

IPIRANGA SERRANA FERTILIZANTES. **Manual de coleta de amostras de solo e tecido vegetal**. São Paulo, [198?].

LOPES, A. S; GUILHERME, L. R. G; SILVA, C. A. P. da. **Vocação da Terra**. São Paulo: ANDA, 2003.

LOPES, A. S; GUILHERME, L. R. G. **Uso eficiente de fertilizantes e corretivos agrícolas: aspectos agrônômicos**. São Paulo: ANDA, 2000. (ANDA, Boletim Técnico, 4).

_____. **Uso eficiente de fertilizantes: aspectos agrônômicos**. São Paulo: ANDA, 1989. (ANDA, Boletim Técnico, 4).

LOPES, A. S. Uso de tecnologia moderna na preservação do meio ambiente. SIMPÓSIO NACIONAL DO SETOR DE FERTILIZANTES, 1.,1994, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ANDA/IBRAFÓS, 1994. p. 247-320.

_____. **Micronutrientes: filosofias de aplicação e eficiência agrônômica**. São Paulo: ANDA. 1999.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: adubos e adubação**. 2. ed. São Paulo, Biblioteca Agrônômica Ceres, 1967.

_____. **Fertilizantes controle de qualidade**. São Paulo: ANDA, 1978.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Princípios, métodos e técnicas de avaliação do estado nutricional. In: _____. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFÓS, 1997. Cap. 5 p. 113-230.

MILLER, F. P. Os fertilizantes e o meio ambiente. In: THE FERTILIZER INSTITUTE. **Manual de Fertilizantes**. 2 ed. São Paulo: IPT-CEFER, 1980. Cap. 2. p. 25-51.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. Departamento de Fiscalização. Divisão de Defesa Sanitária Vegetal. **Acompanhamento dos resultados de análises dos fertilizantes coletadas pela SEAB no Estado do Paraná, durante o período de 1991 à 2005**. Disponível em: <<http://www.pr.gov.br/seab/deral/ferti.xls>>. Acesso em: 29 mar. 2006.

_____. Lei nº 9056, de 02 de agosto de 1989. **Coletânea da legislação de fertilizantes, corretivos, inoculantes e biofertilizantes**. Curitiba: SEAB/DEFIS, 1997a.

_____. Decreto nº 6710, de 04 de abril de 1990. **Coletânea da legislação de fertilizantes, corretivos, inoculantes e biofertilizantes**. Curitiba: SEAB/DEFIS, 1997b.

PAULETTI, V. **Nutrientes**: teores e interpretações. Campinas: Fundação ABC/Fundação Cargil, 1998.

POUYÚ ROJAS, E. **Principais requisitos de qualidade física e química de fertilizantes minerais**. Disponível em: <<http://www.unir-roo.br/home/producoes11.jsp?artigo=16>>. Acesso em: 19 fev. 2005.

QUIMBRASIL. **Fertilizantes do plantio à colheita**. São Paulo, 1983.

RODELLA, A. A.; ALCARDE, J. C. Variabilidade na composição de misturas fertilizantes decorrente de segregação e estimativa dos efeitos sobre a produtividade da cana-de-açúcar. **Stab**, Piracicaba. v. 13. n. 2, p. 14-19, nov./dez. 1994.

SALATTI, J. F. Utilização de fertilizantes pelo sistema de big bag. **Stab**, Piracicaba, v. 7. n. 2, p. 22-25, nov./dez. 1988.

SANTOS, J. Q. dos. **Fertilizantes**: fundamentos e aspectos práticos da sua aplicação. [s.l]: Publicações Europa-América, 1983.

SLACK, A. V. Os produtos fertilizantes. In: THE FERTILIZER INSTITUTE. **Manual de Fertilizantes**. 2 ed. São Paulo: IPT-CEFER, 1980. Cap. 3. p. 53-71.

SILVA, G. A da. The effect of the physical properties of particles of bulk-blended fertilizers on segregation by coning. **Brazilian Journal of Chemical Engineering**, São Paulo, v. 14, n. 3, Sept. 1997. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-66321997000300010&script=sci_arttext>. Acesso em: 18 fev. 2005.

_____. **Controle de qualidade**. São Paulo: IPT, 1984. Curso sobre inspeção e fiscalização de fertilizantes oferecido aos técnicos da Divisão de Fiscalização de Corretivos e Fertilizantes do Ministério da Agricultura.

SOUZA, M. D. de. **Curso de amostragem para processamento mineral**. Minas Gerais: CEFET, 1995.

ULTRAFÉRTIL Departamento de Serviços Técnicos Agrônômicos. **Guia de adubação ultrafertil**. 2. ed. São Paulo, 1978.

ANEXOS

Anexo I - Teores de N, P_2O_5 e K_2O em % da fórmula 02-30-10, nas amostras feitas nas horizontais, verticais e na diagonal, dos “Big Bags” A, B, C e D, após o envase e os transportes.

	“Big Bag” A			“Big Bag” B			“Big Bag” C			“Big Bag” D		
	Envase	407km	696km	Envase	407km	696km	Envase	407km	696km	Envase	407km	696km
N												
H1	2,1	2,0	2,3	2,1	2,2	1,8	2,1	2,0	1,9	2,0	1,8	2,0
H2	1,9	1,9	2,2	1,9	2,0	2,2	1,5	2,1	1,9	1,7	2,0	1,8
H3	2,1	2,0	1,7	2,1	1,9	2,0	2,3	2,0	1,8	1,8	1,6	1,5
H4	2,2	1,5	2,2	1,8	2,1	2,1	2,0	2,0	1,7	1,9	1,9	1,7
H5	2,3	2,2	2,1	2,1	2,2	2,2	1,8	1,9	1,8	2,1	1,9	1,9
V1	2,0	2,1	2,0	1,8	1,9	1,8	2,0	2,0	1,9	1,8	2,1	1,9
V2	2,3	2,1	2,0	2,1	2,2	1,9	2,2	2,1	1,9	1,9	2,3	1,7
V3	2,0	1,8	2,2	2,0	2,2	2,1	2,1	2,0	1,9	1,8	2,1	1,8
V4	2,2	2,0	2,2	2,1	2,4	1,8	2,0	1,7	2,2	1,8	2,2	1,8
V5	2,2	2,1	2,0	2,2	2,0	2,2	1,8	2,0	1,8	2,0	1,9	1,9
T	2,3	2,0	2,1	2,1	1,9	1,8	2,0	2,0	2,3	2,0	2,0	1,8
P_2O_5												
H1	27,9	28,9	27,5	28,9	30,7	28,4	29,7	29,5	28,8	29,9	31,1	29,3
H2	29,4	28,9	28,0	30,5	30,7	30,1	28,7	29,3	30,7	30,5	32,8	30,7
H3	28,2	27,6	28,5	31,6	28,9	29,6	29,0	28,4	29,0	30,6	31,4	31,4
H4	28,1	28,2	28,0	29,4	30,3	31,5	29,0	28,8	28,3	31,1	30,9	30,8
H5	27,5	30,2	28,0	27,9	30,6	30,6	28,1	26,6	29,6	30,1	28,0	30,1
V1	28,0	28,5	29,6	29,0	30,4	30,0	31,7	28,9	30,3	30,1	29,4	29,3
V2	29,9	29,3	29,5	29,4	32,1	28,8	31,4	31,2	30,2	31,1	31,5	27,8
V3	28,8	28,7	30,7	28,8	30,2	29,7	30,5	30,1	29,3	31,4	29,7	31,8
V4	29,0	29,6	28,2	30,0	31,7	29,9	31,2	31,4	32,7	30,3	30,7	30,7
V5	28,5	27,6	30,0	29,9	31,5	32,0	29,4	30,4	31,2	31,2	30,3	30,7
T	29,2	30,6	30,4	29,2	30,5	31,3	29,7	30,1	30,6	30,9	30,2	30,5
K_2O												
H1	10,3	9,4	10,7	9,6	7,8	8,9	10,1	10,0	9,9	10,4	9,0	9,4
H2	8,7	9,6	10,1	8,4	8,4	9,0	10,3	9,3	9,9	10,5	8,0	9,3
H3	9,1	11,6	9,7	8,6	10,0	9,4	10,5	11,6	10,3	9,5	9,4	8,9
H4	8,8	11,4	10,6	10,0	9,2	7,8	10,0	10,4	10,2	9,7	8,5	9,0
H5	10,3	9,7	10,0	11,4	9,4	9,4	12,1	11,9	8,9	10,0	10,1	8,9
V1	9,9	9,4	10,6	10,1	9,4	8,8	7,6	10,5	9,3	8,4	9,4	9,7
V2	8,4	9,6	9,2	10,1	9,4	10,0	8,8	8,6	9,0	8,3	8,4	10,6
V3	8,3	9,1	8,3	10,6	8,1	9,7	10,0	9,5	9,3	9,4	10,1	8,3
V4	8,0	8,3	9,7	9,4	8,4	9,6	9,1	9,4	7,1	9,4	8,9	7,8
V5	9,5	9,9	9,1	9,7	8,6	8,3	8,9	9,4	7,6	9,1	9,4	8,8
T	9,1	10,1	7,6	9,8	9,7	7,4	8,9	9,6	9,1	7,5	9,8	8,3

Anexo II - Teores de N, P₂O₅ e K₂O em % da fórmula 12-15-15, nas amostras feitas nas horizontais, verticais e na diagonal, dos “Big Bags” E, F, G, H, após o envase e os transportes.

	“Big Bag” E			“Big Bag” F			“Big Bag” G			“Big Bag” H		
	Envase	407km	696km	Envase	407km	696km	Envase	407km	696km	Envase	407km	696km
N												
H1	12,6	12,1	12,3	12,4	12,0	12,5	11,5	12,3	11,8	11,5	11,5	11,5
H2	11,7	11,4	10,8	12,1	10,8	11,1	11,8	10,6	12,2	11,2	11,9	11,5
H3	11,3	11,9	12,0	11,9	12,8	11,1	12,0	11,8	11,5	11,8	11,0	11,5
H4	12,6	11,7	11,7	12,0	12,1	12,6	11,5	11,8	11,8	11,1	11,6	12,0
H5	12,2	11,9	11,4	10,4	11,9	11,1	11,4	11,5	11,5	12,1	11,5	11,5
V1	11,2	11,4	11,4	12,2	11,7	11,9	11,7	10,7	12,5	11,4	11,7	12,1
V2	10,9	11,6	11,7	12,3	11,9	12,0	11,6	10,9	11,9	11,7	11,3	11,7
V3	12,0	11,9	11,5	12,2	11,8	12,4	12,0	11,1	11,8	11,1	10,6	10,8
V4	11,5	11,8	12,7	12,1	11,3	11,1	12,2	11,7	11,0	11,6	11,3	10,9
V5	11,5	12,1	11,7	12,5	11,4	10,9	11,9	11,0	11,6	11,2	11,5	11,8
T	12,3	11,4	12,3	11,7	11,9	11,4	11,2	10,9	11,9	11,5	11,3	12,0
P ₂ O ₅												
H1	14,9	14,4	14,0	14,5	13,6	14,2	14,3	14,3	13,4	14,1	14,7	14,8
H2	14,1	14,2	13,9	15,9	14,7	14,5	15,7	14,4	14,7	15,7	14,8	14,5
H3	15,2	14,7	15,4	15,7	16,6	15,3	16,8	15,8	14,7	15,9	15,6	14,9
H4	14,4	15,9	15,9	13,3	13,5	13,9	14,4	14,0	15,9	15,7	15,9	16,0
H5	15,5	14,9	16,1	12,6	13,6	13,7	13,2	13,4	14,1	15,1	13,5	14,9
V1	15,9	13,8	15,1	15,6	15,8	14,5	14,3	15,0	14,7	15,2	14,3	14,6
V2	14,3	14,7	14,2	14,5	15,9	15,7	14,9	15,1	14,5	14,8	13,2	13,9
V3	15,0	15,6	14,1	15,1	13,9	14,9	16,7	15,4	15,3	15,9	14,3	14,3
V4	15,0	14,9	15,9	15,0	15,5	16,0	15,6	15,3	14,1	14,4	15,4	14,8
V5	14,6	14,5	14,9	15,5	14,8	15,2	14,8	14,2	16,0	13,9	14,8	16,0
T	14,7	14,9	14,4	16,2	16,0	14,8	14,0	14,8	14,5	15,2	14,8	14,9
K ₂ O												
H1	12,7	12,8	13,5	14,4	14,9	14,0	15,6	15,3	15,9	15,7	14,9	14,7
H2	14,6	15,6	15,2	15,6	15,2	16,3	15,7	15,4	14,2	15,4	14,9	14,4
H3	15,2	14,5	15,2	14,6	14,4	15,9	13,4	14,8	15,6	14,4	15,6	16,3
H4	15,4	14,9	15,4	14,5	13,6	13,5	15,4	15,5	14,2	14,9	15,4	14,4
H5	15,3	14,4	14,0	14,4	15,1	15,2	14,5	15,9	14,4	14,3	15,4	15,2
V1	13,9	13,8	15,0	15,6	15,6	14,9	15,4	15,8	14,7	15,9	14,4	14,4
V2	15,4	14,7	12,1	15,4	14,6	15,3	15,5	15,1	15,3	15,0	15,4	15,4
V3	14,4	13,6	15,2	14,9	15,3	14,4	15,3	15,8	14,4	15,4	17,4	17,8
V4	15,6	13,8	13,7	16,8	15,2	15,4	14,4	15,7	16,3	15,3	15,5	15,2
V5	14,6	14,3	14,9	14,4	15,4	15,4	14,5	15,4	14,0	14,6	15,4	14,6
T	15,0	15,1	14,9	14,0	14,9	14,7	16,8	16,3	14,6	16,1	15,5	14,4

Anexo III – Resultado das análises de granulometria em % de material retido por peneira por “Big Bag” para a fórmula 02-30-10, após envase em todos os tratamentos.

	Granulometria						
	4,00mm	2,80mm	2,00mm	1,40mm	1,00mm	0,50mm	Fundo
AV1	7,12	56,27	31,90	4,30	0,10	0,20	0,10
AV2	5,52	46,36	39,79	7,51	0,11	0,61	0,11
AV3	4,77	52,33	37,46	4,87	0,15	0,26	0,15
AV4	9,83	45,29	38,23	6,35	0,05	0,20	0,05
AV5	2,73	47,04	41,12	7,91	0,15	0,75	0,30
AH1	6,48	46,36	37,99	7,71	0,22	0,87	0,36
AH2	8,95	49,43	37,46	3,91	0,05	0,09	0,09
AH3	6,35	48,47	37,80	6,83	0,21	0,14	0,21
AH4	3,47	48,70	38,16	7,77	0,25	0,76	0,88
AH5	5,04	47,42	38,22	8,37	0,24	0,42	0,30
AT	3,16	47,70	42,07	6,49	0,11	0,29	0,17
BV1	8,75	49,09	35,71	5,05	0,27	0,38	0,75
BV2	12,48	48,52	32,76	5,01	0,17	0,50	0,56
BV3	14,54	52,85	27,84	4,31	0,23	0,14	0,09
BV4	7,75	53,05	34,47	4,23	0,27	0,11	0,11
BV5	8,23	52,39	33,57	5,11	0,27	0,32	0,11
BH1	8,36	47,13	34,87	7,52	0,33	1,00	0,78
BH2	15,65	56,66	25,88	1,05	0,00	0,15	0,60
BH3	11,15	68,56	17,94	1,25	0,16	0,23	0,70
BH4	15,57	53,11	26,42	4,25	0,33	0,20	0,13
BH5	10,45	52,92	29,60	5,85	0,21	0,63	0,35
BT	7,92	62,54	26,37	2,43	0,11	0,40	0,23
CV1	10,31	57,88	28,45	2,59	0,16	0,26	0,36
CV2	15,59	55,86	24,63	3,39	0,12	0,30	0,12
CV3	11,96	50,65	32,00	4,69	0,25	0,35	0,10
CV4	11,98	57,82	26,23	2,84	0,57	0,46	0,10
CV5	6,08	56,85	32,27	3,87	0,17	0,61	0,17
CH1	11,41	56,94	26,63	3,68	0,22	0,45	0,67
CH2	11,93	53,15	29,63	3,87	0,44	0,48	0,48
CH3	8,14	49,71	33,02	6,78	0,59	1,31	0,45
CH4	10,52	47,54	29,44	7,63	0,69	2,92	1,26
CH5	12,64	48,50	30,59	6,41	0,22	1,00	0,65
CT	14,37	54,43	25,57	4,11	0,29	0,76	0,47
DV1	15,62	50,67	28,93	4,16	0,15	0,31	0,15
DV2	15,62	55,69	24,30	3,86	0,19	0,19	0,14
DV3	14,65	60,34	23,00	1,90	0,05	0,00	0,05
DV4	14,50	62,26	20,51	2,18	0,25	0,25	0,05
DV5	12,29	60,89	23,44	2,50	0,31	0,42	0,16
DH1	10,63	56,66	26,33	4,69	0,39	0,91	0,39
DH2	21,48	59,73	17,57	0,61	0,06	0,24	0,31
DH3	17,28	64,17	17,32	1,15	0,00	0,04	0,04
DH4	16,88	58,17	22,22	2,24	0,13	0,27	0,09
DH5	10,93	51,39	32,11	4,74	0,28	0,45	0,11
DT	8,77	67,62	21,50	1,56	0,00	0,50	0,06
Composta	13,59	51,32	27,84	6,43	0,08	0,25	0,49

Anexo IV – Resultado das análises de granulometria em % de material retido por peneira por “Big Bag” para a fórmula 02-30-10, em todos os tratamentos, após transporte por 407 km.

	Granulometria						Fundo
	4,00mm	2,80mm	2,00mm	1,40mm	1,00mm	0,50mm	
AV1	8,53	53,53	32,17	5,38	0,15	0,20	0,05
AV2	8,21	46,92	36,92	7,28	0,15	0,26	0,26
AV3	4,08	48,17	39,07	7,64	0,31	0,42	0,31
AV4	6,48	48,78	38,40	5,96	0,14	0,14	0,09
AV5	8,77	47,74	36,04	6,28	0,30	0,65	0,22
AH1	5,76	41,95	42,56	8,22	0,60	0,30	0,60
AH2	6,56	45,60	40,66	5,63	0,20	0,49	0,88
AH3	7,04	39,82	43,27	9,12	0,22	0,31	0,22
AH4	4,97	50,54	35,53	7,44	0,40	0,54	0,58
AH5	6,49	44,09	41,79	5,98	0,37	0,55	0,74
AT	5,27	49,49	38,02	5,95	0,20	0,49	0,59
BV1	6,95	47,88	37,22	6,90	0,21	0,31	0,52
BV2	8,08	51,95	33,56	5,56	0,24	0,29	0,33
BV3	11,13	51,93	32,43	3,99	0,19	0,14	0,19
BV4	8,47	56,28	29,90	5,04	0,15	0,10	0,05
BV5	11,50	54,33	30,20	3,33	0,09	0,46	0,09
BH1	3,89	46,69	35,52	7,48	0,25	5,71	0,45
BH2	9,97	57,66	29,69	1,93	0,22	0,15	0,37
BH3	14,08	60,14	23,16	2,24	0,00	0,13	0,26
BH4	13,13	46,22	25,72	14,33	0,15	0,35	0,10
BH5	10,90	46,89	35,24	5,36	0,40	0,46	0,75
BT	14,67	53,10	28,39	3,05	0,16	0,47	0,16
CV1	10,63	58,56	27,00	3,06	0,21	0,43	0,11
CV2	16,55	53,93	25,88	2,17	0,38	0,54	0,54
CV3	5,97	54,94	33,60	4,51	0,16	0,43	0,38
CV4	11,93	55,36	27,90	4,09	0,15	0,34	0,24
CV5	13,55	50,30	29,47	5,44	0,30	0,71	0,24
CH1	6,73	54,21	32,33	5,23	0,20	0,52	0,78
CH2	9,87	53,22	28,69	5,13	0,23	1,54	1,31
CH3	11,79	48,21	32,52	4,90	0,40	1,59	0,60
CH4	7,56	49,94	30,05	7,56	0,48	2,60	1,81
CH5	7,13	10,45	63,30	13,78	1,07	2,02	2,26
CT	11,28	56,51	26,91	3,87	0,37	0,90	0,16
DV1	11,11	51,16	31,16	5,66	0,15	0,51	0,26
DV2	9,59	55,28	31,35	2,86	0,57	0,23	0,11
DV3	5,29	56,09	35,44	2,80	0,11	0,16	0,11
DV4	12,66	57,83	26,50	2,61	0,17	0,11	0,11
DV5	14,75	53,35	27,91	3,53	0,20	0,15	0,10
DH1	9,30	58,83	27,15	3,22	0,12	0,50	0,87
DH2	16,30	59,58	22,09	1,69	0,11	0,11	0,11
DH3	11,46	61,30	25,45	1,24	0,19	0,25	0,12
DH4	13,99	54,34	27,40	1,73	0,46	1,33	0,75
DH5	8,65	50,17	34,26	5,67	0,38	0,43	0,43
DT	10,74	57,15	27,98	3,11	0,28	0,17	0,57
Composta	9,01	52,94	30,64	4,94	1,03	0,82	0,62

Anexo V – Resultado das análises de granulometria em % de material retido por peneira por “Big Bag” para a fórmula 02-30-10, em todos os tratamentos, após transporte por 696 km.

	Granulometria						
	4,00mm	2,80mm	2,00mm	1,40mm	1,00mm	0,50mm	Fundo
AV1	7,86	46,92	35,89	6,16	0,57	1,75	0,85
AV2	7,56	47,29	36,98	7,11	0,18	0,27	0,62
AV3	5,48	52,71	35,74	5,59	0,27	0,11	0,11
AV4	8,07	45,82	37,51	8,12	0,24	0,15	0,10
AV5	8,86	48,25	37,20	4,80	0,19	0,33	0,37
AH1	3,46	44,20	42,02	8,15	0,61	1,06	0,50
AH2	6,31	44,60	40,95	6,73	0,31	0,73	0,37
AH3	4,81	40,85	45,05	7,83	0,28	0,67	0,50
AH4	4,72	48,60	39,32	6,19	0,46	0,46	0,25
AH5	5,33	44,36	40,01	7,48	0,46	0,72	1,64
AT	6,80	50,80	34,96	5,77	0,19	0,58	0,90
BV1	7,93	49,34	35,01	6,70	0,20	0,59	0,25
BV2	6,31	52,41	33,67	6,74	0,26	0,35	0,26
BV3	9,64	54,25	31,77	3,71	0,26	0,26	0,10
BV4	7,23	56,12	32,01	4,13	0,15	0,26	0,10
BV5	9,84	53,88	29,91	5,68	0,25	0,30	0,15
BH1	3,86	45,33	41,76	8,61	0,28	0,17	0,00
BH2	9,73	50,11	33,24	5,46	0,17	1,07	0,22
BH3	11,85	60,90	23,76	2,99	0,16	0,22	0,11
BH4	11,84	60,23	25,32	1,58	0,30	0,55	0,18
BH5	10,82	51,50	30,78	4,78	0,40	0,29	1,44
BT	16,76	47,88	31,01	3,48	0,11	0,44	0,33
CV1	13,70	60,91	22,70	1,76	0,10	0,73	0,10
CV2	11,51	55,14	28,98	3,71	0,23	0,28	0,14
CV3	9,26	47,52	37,05	5,45	0,24	0,39	0,10
CV4	9,92	59,97	26,90	2,52	0,35	0,25	0,10
CV5	7,58	57,33	29,91	3,86	0,15	0,59	0,59
CH1	5,89	51,67	32,63	6,90	0,48	1,11	1,33
CH2	14,53	50,95	27,71	4,64	0,34	0,78	1,06
CH3	10,02	52,15	30,52	5,58	0,30	0,59	0,84
CH4	9,20	51,61	30,62	6,49	0,50	0,63	0,95
CH5	10,58	17,91	54,35	11,73	0,94	2,51	1,99
CT	10,58	52,64	30,91	3,83	0,23	0,64	1,16
DV1	9,55	51,08	34,88	3,61	0,10	0,10	0,67
DV2	11,11	55,15	29,39	3,78	0,19	0,29	0,10
DV3	12,89	59,17	25,63	1,83	0,21	0,16	0,10
DV4	14,88	53,01	28,70	2,89	0,19	0,24	0,10
DV5	16,18	59,13	22,18	1,98	0,16	0,26	0,10
DH1	8,88	48,79	33,51	6,69	0,30	0,89	0,95
DH2	11,60	59,65	24,12	2,67	0,65	0,72	0,59
DH3	11,33	60,99	25,80	1,71	0,00	0,11	0,06
DH4	17,85	58,08	21,80	1,69	0,13	0,32	0,13
DH5	10,40	55,57	27,85	4,46	0,37	0,43	0,93
DT	10,17	54,98	26,04	7,54	0,21	0,47	0,58
Composta	11,36	54,19	29,67	3,89	0,37	0,15	0,37

Anexo VI – Resultado das análises de granulometria em % de material retido por peneira por “Big Bag” para a fórmula 12-15-15, após envase, em todos os tratamentos.

	Granulometria						Fundo
	4,00mm	2,80mm	2,00mm	1,40mm	1,00mm	0,50mm	
EV1	8,50	7,99	55,50	26,03	0,37	1,17	0,44
EV2	3,57	25,13	49,49	20,85	0,30	0,60	0,06
EV3	2,57	35,46	46,34	14,57	0,56	0,39	0,11
EV4	6,24	30,42	47,12	15,37	0,27	0,48	0,11
EV5	2,93	32,57	49,13	14,17	0,22	0,60	0,38
EH1	4,62	28,11	45,60	20,67	0,56	0,31	0,12
EH2	4,02	33,73	49,69	11,87	0,25	0,31	0,13
EH3	3,41	35,91	50,18	9,94	0,14	0,35	0,07
EH4	3,45	30,73	46,13	16,64	0,62	1,38	1,04
EH5	4,03	31,88	44,12	17,01	0,67	1,61	0,67
ET	7,88	39,99	42,56	8,72	0,26	0,42	0,16
FV1	6,18	38,00	46,96	8,29	0,19	0,14	0,24
FV2	6,65	45,29	46,52	0,43	0,37	0,62	0,12
FV3	3,56	32,02	47,27	15,93	0,32	0,64	0,27
FV4	9,79	45,51	36,73	7,16	0,20	0,47	0,14
FV5	6,55	38,72	41,62	11,54	0,29	1,04	0,23
FH1	4,71	27,74	43,91	18,85	0,95	2,27	1,55
FH2	4,76	41,32	43,00	9,03	0,35	0,91	0,63
FH3	5,77	41,38	42,98	8,35	0,61	0,46	0,46
FH4	3,67	27,91	42,97	20,36	0,99	2,46	1,64
FH5	1,98	26,08	42,53	24,44	1,16	2,53	1,30
FT	8,93	45,97	35,12	8,34	0,41	0,70	0,53
GV1	4,74	34,04	45,66	14,51	0,24	0,52	0,28
GV2	5,35	31,44	48,75	13,51	0,26	0,31	0,36
GV3	3,20	38,63	49,33	8,55	0,06	0,17	0,06
GV4	4,21	39,98	45,00	9,99	0,29	0,35	0,18
GV5	3,53	37,78	42,63	14,94	0,29	0,64	0,20
GH1	3,97	35,77	45,73	12,83	0,33	0,72	0,65
GH2	6,52	36,96	47,38	8,47	0,13	0,20	0,34
GH3	2,96	42,81	45,63	7,53	0,34	0,47	0,27
GH4	3,72	29,56	44,97	17,55	0,55	2,19	1,46
GH5	2,56	26,26	45,03	21,03	0,52	2,38	2,21
GT	6,76	44,00	41,63	6,93	0,17	0,34	0,17
HV1	1,74	34,50	48,54	13,52	0,19	0,85	0,66
HV2	5,87	39,84	43,04	10,38	0,27	0,33	0,27
HV3	5,70	47,99	40,62	5,38	0,10	0,10	0,10
HV4	3,87	33,12	49,95	12,66	0,20	0,10	0,10
HV5	4,19	31,40	44,48	16,54	1,05	1,57	0,78
HH1	2,44	30,79	47,16	16,43	0,69	1,12	1,37
HH2	3,24	29,94	54,66	11,37	0,13	0,13	0,53
HH3	3,40	35,11	50,14	9,93	0,43	0,35	0,64
HH4	7,35	47,63	37,44	5,85	0,17	0,45	1,11
HH5	6,39	28,70	43,42	17,92	0,97	1,12	1,49
HT	3,84	39,19	47,68	8,63	0,14	0,38	0,14
Composta	3,31	35,66	46,30	13,17	0,47	0,66	0,43

Anexo VII – Resultado das análises de granulometria em % de material retido por peneira por “Big Bag” para a fórmula 12-15-15, em todos os tratamentos, após transporte por 407 km.

	Granulometria						
	4,00mm	2,80mm	2,00mm	1,40mm	1,00mm	0,50mm	Fundo
EV1	2,14	26,89	47,27	20,97	1,14	1,29	0,30
EV2	2,41	24,68	48,60	22,55	0,66	0,93	0,16
EV3	4,85	33,57	47,95	12,82	0,48	0,16	0,16
EV4	5,48	29,53	48,80	15,39	0,50	0,20	0,10
EV5	2,28	35,80	43,89	12,84	0,57	0,17	0,45
EH1	0,84	32,39	45,81	19,39	0,47	0,68	0,42
EH2	3,24	26,83	50,60	17,61	1,02	0,19	0,51
EH3	3,68	32,34	46,47	11,16	0,20	0,26	5,89
EH4	2,95	41,85	43,10	10,41	0,30	0,44	0,96
EH5	6,64	31,21	41,99	16,34	1,47	1,15	1,21
ET	3,99	34,78	47,03	13,31	0,44	0,33	0,11
FV1	3,37	44,85	45,05	5,87	0,51	0,26	0,10
FV2	7,70	32,82	45,54	12,56	0,32	0,86	0,21
FV3	3,98	29,32	49,84	15,38	0,42	0,58	0,48
FV4	9,46	42,97	37,73	8,38	1,19	0,16	0,11
FV5	4,35	34,28	42,51	15,88	1,00	1,36	0,63
FH1	3,30	27,64	43,58	20,97	0,76	2,03	1,72
FH2	1,70	39,88	44,43	11,55	0,34	0,82	1,29
FH3	3,70	45,02	41,58	8,25	0,33	0,53	0,59
FH4	2,56	22,20	46,83	21,37	1,86	3,07	2,11
FH5	2,20	20,85	44,90	25,38	1,60	2,86	2,20
FT	7,00	36,48	41,40	9,89	0,71	0,81	3,70
GV1	4,38	34,00	44,77	15,19	0,60	0,45	0,60
GV2	2,61	33,86	47,13	13,93	0,92	0,72	0,82
GV3	4,11	42,36	46,01	7,06	0,17	0,17	0,12
GV4	3,33	35,47	49,28	11,05	0,61	0,15	0,10
GV5	4,94	36,16	43,65	13,68	0,78	0,62	0,16
GH1	2,43	27,31	44,94	18,79	0,44	3,70	2,38
GH2	8,01	32,86	45,23	12,11	0,58	0,26	0,96
GH3	3,81	39,26	45,09	9,16	0,18	1,73	0,77
GH4	5,36	33,33	45,36	12,90	0,69	0,81	1,56
GH5	3,87	25,96	40,92	21,40	1,45	2,52	3,87
GT	3,58	30,18	51,84	13,51	0,26	0,21	0,42
HV1	1,38	33,91	48,62	13,90	0,87	0,92	0,40
HV2	4,80	25,90	50,20	17,70	0,45	0,50	0,45
HV3	4,26	42,87	43,96	8,37	0,35	0,10	0,10
HV4	3,98	38,36	47,79	9,38	0,31	0,12	0,06
HV5	3,44	33,79	44,20	15,75	0,91	1,48	0,43
HH1	2,95	29,23	46,22	17,22	1,04	1,56	1,79
HH2	1,25	24,46	51,65	19,21	0,57	1,37	1,48
HH3	5,10	34,40	50,47	8,54	0,30	0,18	1,01
HH4	7,71	40,34	42,99	7,60	0,18	0,71	0,47
HH5	2,08	27,40	44,55	20,91	1,23	2,21	1,62
HT	1,78	28,20	52,62	14,96	1,19	0,59	0,65
Composta	3,39	39,05	43,17	13,40	0,34	0,52	0,13

Anexo VIII – Resultado das análises de granulometria em % de material retido por peneira por “Big Bag” para a fórmula 12-15-15, em todos os tratamentos, após transporte por 696 km.

	Granulometria						
	4,00mm	2,80mm	2,00mm	1,40mm	1,00mm	0,50mm	Fundo
EV1	3,34	28,57	45,10	21,89	0,62	0,53	0,14
EV2	2,44	22,40	50,87	21,54	0,76	1,41	0,60
EV3	3,08	31,95	48,62	15,93	0,23	0,09	0,09
EV4	3,76	32,82	49,70	12,48	0,45	0,69	0,10
EV5	4,99	34,15	44,98	14,18	0,91	0,62	0,17
EH1	4,14	29,11	45,34	19,79	0,78	0,71	0,13
EH2	1,95	29,43	45,30	20,45	0,73	0,98	1,16
EH3	4,77	37,94	46,48	9,87	0,33	0,44	0,17
EH4	7,47	41,69	43,03	6,00	0,33	0,40	1,07
EH5	4,76	31,23	44,08	16,36	1,49	1,31	0,77
ET	6,69	26,97	47,05	14,41	1,05	0,63	0,21
FV1	7,04	43,01	43,66	6,02	0,09	0,09	0,09
FV2	4,13	37,83	43,45	13,34	0,60	0,45	0,20
FV3	3,43	29,75	48,10	16,19	0,74	1,21	0,58
FV4	5,82	42,32	43,45	7,60	0,32	0,27	0,22
FV5	3,86	36,10	44,69	13,73	0,76	0,61	0,25
FH1	3,99	28,81	45,84	19,54	0,52	0,78	0,52
FH2	5,88	34,20	41,35	14,94	0,52	1,61	1,50
FH3	5,51	40,25	45,47	7,94	0,41	0,30	0,12
FH4	1,06	20,18	44,61	25,76	3,72	2,55	2,12
FH5	2,47	19,28	46,22	24,87	1,61	2,92	2,62
FT	2,61	31,47	44,05	16,13	1,10	2,14	2,51
GV1	4,35	35,54	44,25	14,70	0,48	0,53	0,15
GV2	3,83	33,79	47,05	14,32	0,64	0,27	0,11
GV3	3,56	33,01	51,08	11,67	0,36	0,21	0,10
GV4	3,42	36,10	49,19	10,42	0,49	0,27	0,11
GV5	0,40	23,46	46,16	23,91	1,56	2,41	2,11
GH1	3,06	28,88	45,76	18,51	1,56	1,04	1,17
GH2	3,69	30,23	45,90	15,87	1,06	1,37	1,87
GH3	5,69	29,35	51,55	12,62	0,23	0,28	0,28
GH4	5,71	30,41	48,40	12,41	1,84	0,49	0,74
GH5	0,40	23,46	46,16	23,91	1,56	2,41	2,11
GT	3,58	33,76	42,10	15,96	0,92	1,33	2,35
HV1	1,10	25,93	51,29	18,53	0,91	1,29	0,96
HV2	1,77	27,14	51,77	17,54	0,89	0,47	0,42
HV3	4,19	39,80	48,64	6,62	0,45	0,20	0,10
HV4	10,80	37,95	42,01	8,29	0,17	0,67	0,11
HV5	7,69	37,76	42,79	10,57	0,45	0,57	0,17
HH1	4,08	30,65	48,37	15,15	0,52	0,93	0,29
HH2	1,56	25,97	45,44	20,10	1,62	2,31	3,00
HH3	4,18	33,63	50,55	10,16	0,27	0,88	0,33
HH4	9,55	45,52	38,75	5,28	0,24	0,18	0,47
HH5	3,97	27,01	41,72	19,38	1,41	4,32	2,21
HT	4,79	29,58	47,83	14,18	0,61	0,82	2,19
Composta	3,35	33,79	47,57	13,65	0,38	0,75	0,50