

JOÃO PAULO TURMINA

**DESEMPENHO TÉRMICO E DEGRADAÇÃO DA UREIA EM
FUNÇÃO DO TEMPO E DO LOCAL DE ARMAZENAGEM**

**CASCADEL
PARANÁ - BRASIL
MARÇO – 2019**

JOÃO PAULO TURMINA

**DESEMPENHO TÉRMICO E DEGRADAÇÃO DA UREIA EM
FUNÇÃO DO TEMPO E DO LOCAL DE ARMAZENAGEM**

Dissertação apresentada a Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do programa de pós-graduação em engenharia de energia na agricultura para obtenção do título de Mestre.

Orientador.: Dr. Flávio Gurgacz

Coorientador.: Dr. Alfredo Petruski

**CASCADEL
PARANÁ – BRASIL
MARÇO – 2019**

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

TURMINA , JOÃO PAULO
ESEMPEÑO TÉRMICO E DEGRADAÇÃO DA URÉIA EM FUNÇÃO DO
TEMPO E DO LOCAL DE ARMAZENAGEM / JOÃO PAULO TURMINA ;
orientador(a), FLÁVIO CURGACZ ; coorientador(a), ALFREDO
JOSÉ PETRAUSKI , 2019.
73 f.

Dissertação (mestrado), Universidade Estadual do Oeste
do Paraná, Campus de Cascavel, Centro de Ciências Exatas e
Tecnológicas, Programa de Pós-Graduação em Energia na
Agricultura, 2019.


1. degradação da ureia . 2. desempenho térmico . 3.
edificações . I. GURGACZ , FLÁVIO . II. PETRAUSKI , ALFREDO
JOSÉ . III. Título.

Revisão de língua inglesa e portuguesa e das normas de edição conforme requisitos do PPGEA:
Prof. esp. Márcia Regina Mota (letras português - inglês)

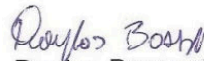
JOÃO PAULO TURMINA

Desempenho térmico e degradação da ureia em função das edificações e tempo de armazenagem

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Energia na Agricultura, área de concentração Agroenergia, linha de pesquisa Biomassa e Culturas Energéticas, APROVADO(A) pela seguinte banca examinadora:


Orientador(a) - Flávio Gurgacz

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Cascavel (UNIOESTE)


Douglas Bassegio

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Cascavel (UNIOESTE)


Luciene Kazue Tokura

Cascavel, 22 de março de 2019

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter permitido percorrer esta caminhada.

Agradeço também ao meu orientador pela contribuição metodológica e pelo zelo da qualidade da pesquisa.

Agradeço a Unioeste pela qualidade da oferta dos cursos de pós-graduação.

Agradeço e dedico esse trabalho aos meus pais que sempre me apoiaram nessa caminhada.

Agradeço também aos grandes amigos que conquistei nesse período, obrigado LaísJuchen, Everton Rocha, Ricardo Guicho e Ricielly.

Agradeço aos professores do PPGEA, especialmente aos professores Jair e Luciene, Duda, Petruski, Samuel, dentre outros.

...MUITO OBRIGADO..

EPÍGRAFE

" A primeira e primordial arquitetura é a Geografia"

(arq. Paulo Mendes da Rocha)

" Se as formas são absurdas é porque as premissas são irracionais"

(arq. João Batista Vilanova Artigas)

" Se a reta é o caminho mais curto entre dois pontos, a curva é o que faz o concreto buscar o infinito"

(arq. Oscar Niemeyer)

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: volatilização acumulada de N-NH ₃ (kg ha ⁻¹) submetidas a diferentes temperaturas.....	8
Figura 2: Umidade absorvida pelos materiais, em função do tempo de exposição.....	11
Figura 3: Temperatura e umidade relativa no interior da casa-de-vegetação.....	12
Figura 4: Perdas por volatilização na ureia comum (UP) e ureia com inibidores de urease.....	12
Figura 5: Croqui esquemático das três fases das trocas de calor nos fechamentos.....	14
Figura 6: Layout do campo experimental e situação de cada modelo experimental.....	22
Figura 7: Detalhes construtivos câmaras de ar estático (telhado e paredes).....	23
Figura 8: Modelo climático (MC) posicionado no campo experimental.....	23
Figura 9: Modelo não climático (MNC) posicionado no campo experimental.....	24
Figura 10: planta baixa modelo empírico garagem (MEG).....	25
Figura 11: planta baixa do modelo empírico porão(subsolo) (MEP).....	26
Figura 12: edificação superior onde se localizado modelo (MEP).....	26
Figura 13: DataloggerNovusFieldlogger®(16 portas).....	27
Figura 14: Detalhe de funcionamento do psicrômetro aspirado montagem final.....	28
Figura 15: Fechamento da válvula da sacaria (sobre superfície horizontal).....	29
Figura 16: Detalhe do acondicionamento das amostras nas unidades experimentais.....	29
Figura 17: Carta solar da latitude 23°Sul.....	37
Figura 18: Comportamento diário das temperaturas nas unidades experimentais.....	39
Figura 19: Sacas submetidas ao experimento de campo (50+50 kg).....	47
Figura 20: Empedramento do fertilizante próximo à válvula de fechamento.....	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Resistências superficiais internas e externas (direção do fluxo de calor).....	15
Tabela 2: Valores de temperatura e umidade relativa da região durante o período do experimento.	35
Tabela 3: Fluxo térmico dado em watt/m ² °C. obtido com os dados coletados no mês de Novembro.	36
Tabela 4: Fluxo térmico dado em watt/m ² C° obtido com os dados coletados no mês de Dezembro.	38
Tabela 5: Fluxo térmico dado em watt/m ² C° obtido com os dados coletados no mês de Janeiro.....	38
Tabela 6: Diretrizes construtivas para zona climática 3 – (Z3).....	40
Tabela 7: Comportamento mensal da temperatura e umidade relativa durante o experimento (médias das máximas).....	41
Tabela 8: médias da análise de variância acumulada em função do local e do tempo de armazenamento.	42
Tabela 9: Desdobramento dos teores de nitrogênio tempo x local.	43
Tabela 10: Médias da análise de variância acumulada da densidade em função do local e do tempo de armazenamento.	44
Tabela 11: Desdobramento da densidade entre os tratamentos tempo x local	45
Tabela 12: Médias da análise de variância acumulada do peso em função do local e do tempo de armazenamento.	47
Tabela 13: Desdobramento do peso total entre local de armazenamento e tempo.....	48
Tabela 14: médias da análise de variância em função dos tratamentos.....	49
Tabela 14: desdobramento da umidade em função do tempo e local.....	50
Tabela 16: Médias da análise de variância em função dos tratamentos.....	52
Tabela 17: Percentuais de grânulos retidos na peneira de 4,00mm em função do local e do tempo.	53
Tabela 18: Percentuais dos grânulos retidos na peneira de 2,800mm em função do local e do tempo.	54
Tabela 19: Desdobramento dos percentuais dos grânulos retidos na peneira de 2,000mm em função do local e do tempo.....	54
Tabela 19: desdobramento dos percentuais dos grânulos retidos na peneira de 0,710mm em função do local e do tempo.....	

TURMINA, João Paulo. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, março de 2019. **DESEMPENHO TÉRMICO E DEGRADAÇÃO DA UREIA EM FUNÇÃO DO TEMPO E DO LOCAL DE ARMAZENAGEM** Orientador:Dr. Flávio Gurgacz

RESUMO

A presente pesquisa tem por objetivo analisar o desempenho térmico das edificações e o ciclo de degradação da ureia em função do tempo e do local de armazenamento. Para que fosse possível observar tal processo de degradação físico - química, foi organizado um experimento em arranjo fatorial 3x4, onde armazenados um total de quatro sacas de 50kg de ureia em quatro diferentes, sendo duas edificações em madeira e outras duas em alvenaria de blocos cerâmicos ambientes durante o período de três meses, onde foram avaliadas periodicamente a cada mês as alterações do total de nitrogênio, a densidade, umidade e ainda a granulometria. Os resultados observados dão conta que durante o armazenamento, no local onde a temperatura foi mais alta, registrou-se uma perda de até 13% do nitrogênio dos grânulos. Ainda foi observada uma redução da densidade dos grânulos de até 5,3% e também uma redução de peso das amostras de até 1,5% em relação ao peso inicial. A granulometria mostrou-se bastante afetada com uma redução de até 8,1% dos percentuais de grânulos, foi discutida uma possível relação entre a diminuição da densidade em relação a diminuição dos percentuais acumulados nas peneiras da análise granulométrica. Outra conclusão observada pela pesquisa é que a arquitetura bioclimática pode reduzir em até 72% do aporte de calor nas edificações nos horários de sol mais alto.

Palavras chave: Degradação; ureia; temperatura.

ABSTRACT

The present research aims to analyze the thermal performance of buildings and the degradation cycle of urea as a function of time and storage location. In order to observe this process of physico - chemical degradation, a 3x4 factorial arrangement was organized, where a total of four bags of 50 kg of urea were stored in four different ones, two buildings in wood and two in brick masonry during the three-month period, where changes in total nitrogen, density, moisture and granulometry were evaluated periodically each month. The observed results show that during the storage at the highest temperature, a loss of up to 13% of the nitrogen of the granules was recorded. A reduction in the density of the granules of up to 5.3% and also a reduction of the weight of the samples of up to 1.5% in relation to the initial weight was observed. The granulometry was strongly affected with a reduction of up to 8.1% of the granule percentages, a possible relationship between the decrease in density and the percentage of accumulated percentages in the sieves of the granulometric analysis was discussed. Another conclusion observed by the research is that the bioclimatic architecture can reduce up to 72% of the heat input in the buildings during the hours of the highest sun.

key-words: degradation, urea, temperature.

INDICE

EPIGRAFE	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	viii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 Adubação nitrogenada no Brasil	3
2.2 Caracterização da ureia	5
2.3 Ciclo de degradação da ureia	7
2.4 Condições de ambiência: temperatura e umidade relativa do ar	10
2.5 Entropia das edificações e controle térmico dos edifícios	12
3. MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1 Local	21
3.2 Unidades experimentais	21
3.2.1 Modelo climático (MC)	22
3.2.2 Modelo não climático (MNC)	23
3.2.3 Modelo empírico garagem(MEG)	24
3.2.4 Modelo empírico porão(MEP)	25
3.3 Medição e registro de dados	27
3.4 Ensaio físico-químicos	30
3.4.1 Teor de Nitrogênio	31
3.4.2 Densidade	31
3.4.3 Teor de umidade	32
3.4.4 Peso	33
3.4.5 Granulometria	33
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
4.1 Fluxo térmico das edificações	36
4.2 Degradação da ureia	41
4.2.1 Teor de Nitrogênio	41
4.2.2 Densidade	43
4.2.3 Peso	46

4.2.4	Teor de umidade	48
4.2.5	Granulometria	51
5.	CONCLUSÕES	56
6.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57

1. INTRODUÇÃO

A agricultura é uma atividade de grande importância para a subsistência da população e por se tratar de uma atividade que lida com recursos naturais deve ser realizada com uma conduta sustentável, com vistas na utilização correta e eficiente dos recursos naturais disponíveis sejam eles água, solo, minerais e etc.

No entanto, muitas vezes é necessário que a agricultura utilize-se de recursos extras de energia para suprir suas necessidades fisiológicas. Neste sentido, a ureia é o grande responsável por repor grande parte dos déficits de nitrogênio para grande parte das culturas. Tal insumo, na grande maioria das vezes é obtido de reações químicas entre minerais. Assim, existe uma dose segura para uso desse recurso sem que haja riscos ao meio ambiente, contudo, a ureia possui extrema sensibilidade as hostilidades climáticas e muitas vezes acaba sendo afetada, razão pela qual perde sua qualidade e eficiência.

O problema se origina pelo manejo inadequado durante o armazenamento, no qual muitas vezes as matérias primas ficam armazenadas em condições inadequadas. Dessa maneira, essa pesquisa tem por objetivo responder as provocações da conservação dos nitrogenados no recorte específico da ureia agrícola e, ainda, dimensionar suas perdas em função do ambiente de armazenamento e do tempo.

A ureia é um insumo agrícola que vem sendo amplamente utilizado, no entanto do momento da compra do produto até a sua utilização, a mesma pode sofrer um processo de degradação, podendo perder parte de suas propriedades físico-químicas, sendo prejudicial ao desempenho da função que foi concebida.

Diante disso, como forma de observar como se dá tal processo degradatório, essa pesquisa simulou por meio de um experimento de campo o armazenamento do insumo em quatro diferentes condições por um tempo de três meses, e assim, obteve os valores das perdas em função do tempo e do local de armazenamento.

Além disso, também foi realizada uma abordagem em nível de hipótese, quanto ao elemento físico responsável pela degradação da ureia, no sentido de confirmar hipóteses de que por exemplo, a temperatura e a umidade relativa do ar são os desencadeadores de fenômenos relacionados a perda das propriedades

físico-químicas, como volatilização de amônia e o empedramento e aglutinação dos grânulos.

Uma segunda análise também foi realizada quanto ao desempenho térmico de edificações e a eficiência dos tratamentos de conforto ambiental em função dos materiais, a insolação incidente e os mecanismos de sombreamento e retardo/atraso térmico.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Adubação nitrogenada no Brasil

O Brasil é reconhecidamente como um país de grandes proporções territorial, sendo grande parte deste território uma mescla entre campo e cidade, conforme levantado por Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento(2018), o país conta com 63.994.479 ha⁻¹, isso significa que 7,8% do território são áreas dedicadas a agricultura.

Neste sentido, segundo dados estatísticos levantados pela associação nacional de difusão de adubos (2018), as entregas de fertilizantes nitrogenados fecharam o mês de julho de 2018 com 21.638.318 toneladas entregues, registrando um grande acréscimo neste mercado de 18,1% em relação ao mesmo período do ano anterior, reflexo do crescimento exponencial do setor agrícola.

Segundo Neto (2010), os fertilizantes podem ser definidos como orgânicos ou inorgânicos (mineral), de origem natural ou sintética, que é adicionado ao solo com vistas ao suprimento nutricional ao crescimento vegetal. Ainda podem ser empregados de forma sólida ou em soluções e suspensões fertilizantes. Também podem ser aplicados em estado gasosos como é o caso da amônia anidra.

Uma das características dos fertilizantes sólidos é a sua granulometria, que pode se apresentar na forma de pó, farelado ou granulado, tal como:

Mistura de grânulos: constituem-se como os fertilizantes mistos ou misturas de fertilizantes obtidos pela mistura física de dois fertilizantes ou mais fertilizantes granulados.

Misturas granuladas: são os fertilizantes mistos ou misturas fertilizantes em cada grânulo contém todos os nutrientes garantidos.

Misturas complexas: são os mistos ou misturas resultantes de reação química entre matérias primas, como (NH₃, H₃PO₄, H₂SO₄), em cada grânulo também contém todos os nutrientes garantidos.

Neste sentido, Amado, Mielniczuk e Aita (2002), relatam que o nitrogênio é o elemento que mais interfere na cultura do milho, por isso o manejo da adubação deverá satisfazer a cultura com o mínimo risco ambiental. Segundo esses autores, a

difusão das técnicas de plantiodireto (PD) gerou a necessidade de se testar a quantidade correta do nutriente, em função do ambiente de aplicação, para isso é necessário que a matéria prima não tenha sofrido alterações durante o período anterior à aplicação.

Trivelin e Vitti (2002) evidenciam que muitas pesquisas vêm tratando os métodos de adubação com nitrogenados e vem obtendo respostas rápidas no que diz respeito a rebrota na cultura de cana-de-açúcar.

Nesse sentido, Kitamura (1992) observou que a aplicação continuada de doses diferenciadas de fertilizantes foi capaz de promover respostas distintas no crescimento das plantas de seringueira, evidenciadas por diferenças de até doze meses no período de imaturidade das árvores.

Os autores acima também apontam nessa discussão que o manejo de N em sistemas agrícolas deve considerar riscos ambientais, uma vez que este nutriente está sujeito a perdas por lixiviação, desnitrificação e volatilização, deixando de suprir as carências nutricionais existentes no ambiente de plantio.

Segundo Feltran, Correa e Brancalião (2006), os fertilizantes no Brasil estão submetidos a padrões determinados por leis e normas técnicas que definem suas características físico-químicas, porém, os fertilizantes podem sofrer segregações físicas durante o transporte, aplicação e no armazenamento.

Os autores citados acima ainda colocam que segregação ocorre principalmente por causa das partículas com tamanho inferior a 0,3mm, sendo que o efeito mais sentido do problema está relacionado ao uso de fertilizantes do tipo mistura de grânulos com micronutrientes, dessa maneira, os autores avaliaram as características físico-químicas nos períodos de pré e pós-aplicação, concluindo assim que, com o deslocamento da semeadora-adubadora e o rebaixamento do nível do depósito favorecem a segregação física de todos os fertilizantes formulados.

Ainda segundo estes pesquisadores conclui-se que a segregação química tem particularidades entre os formulados, sendo o zinco (Zn) o mais expressivo, pois as partículas menores são depositadas no início da aplicação e as maiores no final, causando uma desuniformidade na aplicação.

2.2 Caracterização da ureia

Segundo Alcade, Guidolin e Lopes (1998) ureia é um dos nutrientes mais utilizados na agricultura, tem a função de auxiliar na germinação das sementes e também na nutrição foliar, a mesma possui ainda um determinado grau de fragilidade que vem sendo estudada pela comunidade científica. Assim, existem diversas evidências que a mesma sofre com processos que resultam em sua degradação físico-química, dessa maneira, como forma de compreender como acontece o processo de degradação dos grãos de ureia, cabe aqui citar sua caracterização orgânica.

Segundo Vitti *et al.* (2002) o N, amídico (ureia), alcaliniza-se ao grânulo durante a hidrólise, catalisa a enzima da urease por meio de íons, transformando-se em bicarbonato, onde eleva seu PH e volatiliza o gás de amônia para a atmosfera.

Cabezas, Korndorfer e Motta (1997) relatam que os fatores que alteram a atividade enzimática do solo estão relacionados à concentração do substrato, o nível de umidade, temperatura e o PH. Logo, os autores expõem que existem poucos estudos relacionados ao tema em condições tropicais, ou seja, com grande amplitude térmica, fator este que pode alterar a umidade relativa do ar, variável bastante considerada nas pesquisas sobre o assunto. Nesse sentido, Trivelin e Bologna (2006), discutem que a forma mais conhecida de saída de nitrogênio dos agroecossistemas é a volatilização de amônia.

Desse modo, Okumura e Mariano (2012) afirmam que o aproveitamento do N da ureia é muito baixo, pois após aplicação sobre a cobertura do solo podem ocorrer perdas por lixiviação, desnitrificação e principalmente volatilização de $N-NH_3$, uma vez que o grânulo é exposto a matéria orgânica, irradiação solar, a umidade, podendo alterar o pH do solo, assim, formam um ambiente propício a hidrólise do nutriente desencadeando tal processo.

Algumas alternativas vêm sendo apontadas pelas pesquisas como tratamento da ureia com inibidores da urease, sendo essa, uma forma de manter as propriedades de nitrogênio por um maior tempo, dentro da configuração física dos grãos.

Diante dessas afirmações, de forma indutiva, é possível concluir que é necessária uma ambiência mínima para conservação dos compostos nitrogenados.

A adubação nitrogenada vem se difundindo entre os agricultores junto ao progresso tecnológico, com tal progresso também vem sendo estudada em nível *stricto sensu*. Logo, segundo dados da Anda (2017), a utilização dos nitrogenados cresceu 24,9% entre os períodos de janeiro a junho 2017, isso, devido a grande necessidade de se produzir alimento e energia por meio da agricultura.

Sabe-se ainda que a ureia é composta de $\pm 45\%$ de N (solúvel em água), a qual é bastante higroscópica, fator que resulta em possíveis processos de degradação.

Assim sendo, Bono *et al.* (2008), relatam que o nitrogênio é um dos macro elementos vitais para o progresso das plantas, no entanto, uma dose sobre-estimada de N poderá incorrer no acréscimo dos custos e em degenerações fisiológicas na planta, além de impactos no ambiente devido a danos destes nutrientes no meio depositado, motivo que, confirmam a necessidade de um critério satisfatório para a conservação desta matéria prima.

Sangoi *et al.* (2008) coloca que a lixiviação de nitrato é um dos principais processos de perdas de N dos solos. Essa afirmação também é confirmada por Cabezas, Korndorfer e Motta (1997) que relatam que as perdas de nitrogênio podem chegar em até 70%.

Neste sentido, Lorensini (2011), afirma que a ureia é um nutriente bastante utilizado pelos agricultores brasileiros, mas a mesma é muito frágil e pode rapidamente perder suas qualidades quando submetida a situações extremas.

Para Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (2004), os nitrogenados são solúveis no solo, podendo parte ser lixiviado. O autor também coloca que os fertilizantes potássicos são solúveis, no entanto, as perdas podem ser menores que as dos nitrogenados, pois o íon K^+ é retido nos sítios, troca a água de percolação retira apenas a fração presente na solução do solo.

Stafanato *et al.* (2013), observaram a redução das atividades de urease, quando misturadas na composição da ureia os metais boro (b) e cobre (cu), reduzindo cerca de 54% tais atividades.

Neste sentido, Tasca *et al.* (2011), colocam que a ureia é o fertilizante comercial mais utilizado no Brasil, devido a seu baixo custo por unidade de N, porém

quando utilizado sem tratamento químico dos grânulos, quando aplicada sobre o solo, pode ocorrer perdas de N por volatilização de do gás amônia $N-NH_3$, fator prejudicial ao desempenho nutricional, no qual a matéria prima se destina.

Os autores ainda consideram que em relação à ureia convencional, a ureia com os inibidores de urease, retarda os picos de volatilização de NH_3 , tais picos acontecem sempre na primeira semana após a aplicação dos fertilizantes sobre acamada de superfície do solo, as quais nem sempre proporcionam uma menor perda de N.

2.3 Ciclo de degradação da ureia

Com o objetivo de averiguar, e, na tentativa de percorrer o caminho da degradação dos grãos da ureia, esta revisão buscará apoio teórico de trabalhos que direta ou indiretamente observaram a ureia comercializada no Brasil, a denominada ureia comercial.

Neste sentido, Alcade *et al* (1992) avaliaram a higroscopicidade de fertilizantes e corretivos, buscando analisar a quantidade de água absorvida por misturas de fertilizantes simples em função da umidade do ambiente e do tempo de exposição. Concluindo assim, que houve absorção de água pelos produtos com o aumento da umidade relativa do ar e com o aumento do tempo de exposição.

Conforme colocado por Carvalho (1995), a segregação pode ser definida como a separação física de alguns grânulos e constitui a causa principal da falta de uniformidade de algumas misturas inadequadamente preparadas. No entanto, cada grão possui a sua composição, por vezes não sendo possível uma uniformidade amostral entre todos os grânulos de um mesmo grupo, segundo relatos do autor essa desuniformidade de poderá descaracterizar uma amostra.

Tal processo também é prejudicial na aplicação do fertilizante no campo, pois não há garantia que o nutriente chegara na distribuição da dosagem correta ao solo. Os autores enfatizam que podem ocorrer mutações no volume dos grânulos, tal fator é prejudicial a uniformidade de aplicação devido a higroscopicidade.

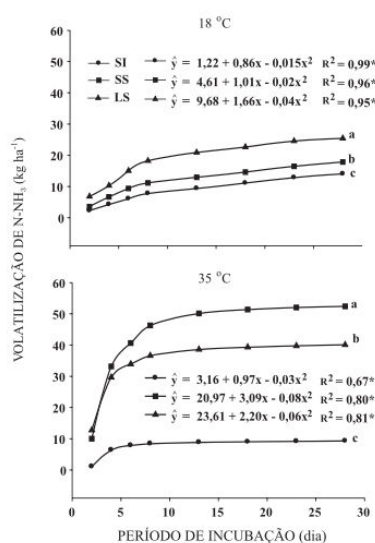
Segundo Bono *et al* (2008), dentre outros autores, os processos de segregação da ureia estão: mineralização, nitrificação, desnitrificação, lixiviação e

volatilização, sendo esta a maior responsável pela perda de N, que acontece por meio da volatilização do gás amônia(N-NH₃)após reações químicas relacionada ao ambiente de exposição.

Neste sentido,Tasca *et al* (2011), buscandoquantificar as diferenças no tempo de volatilização de (N-NH₃) da ureia convencional, observou o tempo de ureaseda ureia sobre diferentes formas de aplicação, sendo uma aplicada sobre o solo e, outra, incorporada ao substrato, percebendo assim que a ureia incorporada é rapidamente hidrolisada pela matéria orgânica do solo, razão pela qual a substância tem o seu PH elevado e finalizando na volatilização de (N-NH₃), processo pelo qual a ureia volatiliza o nitrogênio para a atmosfera.

Ainda analisando este processo os autores submeteram amostras em ambiente com temperatura controlada, numa faixa de 18C° e 35C°, conforme gráfico da (Figura1), no qual é possível observar, que o pico de volatilização se dá na primeira semana após a aplicação, igualmente observam modificações por ocasião de incremento de temperatura em que o processo aparentemente acelera. O gráfico apresenta a volatilização de três diferentes tratamentos de utilização de ureia, sendo: (SS)-aplicação sobre o solo, (SI)-incorporada ao solo, e (LS)-líquida sobre o solo:

Figura 1: volatilização acumulada de N-NH₃(kg ha⁻¹) submetidas a diferentes temperaturas.



Fonte:Tasca *et al* (2011).

Muitos trabalhos na área das Ciências Agrárias vêm buscando aperfeiçoar o processo de utilização da ureia, por meio de ensaios e simulações como forma obter um melhor desempenho do produto, deste modo, Almeida e Sanches (2012) realizaram estudos de formas de fazer com que a liberação de nitrogênio seja realizada de maneira controlada com polímeros inibidores de urease.

Ainda segundo Almeida e Sanches (2012), as fontes alternativas de fertilizantes com liberação lenta/controlada são uma das alternativas agrônomicas mais eficientes para aumentar a produtividade das culturas, pois atuam diminuindo as perdas de nitrogênio para o meio ambiente e ainda podem minimizar os efeitos residuais para o solo, água e atmosfera. O autor também conclui ainda que é necessário que sejam feitos trabalhos científicos em diferentes condições edafoclimáticas.

Stafanato (2013) observou que as perdas por $N-NH_3$ se dão após 72 h. da aplicação, pois já é possível observar variações entre temperatura, umidade e acidez no solo.

Tasca *et al* (2011), observam evidências que a volatilização de $(N-NH_3)$ aumentou com o acréscimo da temperatura. Tanto na ureia comercial bem como na ureia estabilizada e de liberação lenta.

Civardi *et al* (2011)concluíram que a ureia comum aplicada ao solo propicia maior rendimento dos grãos de milho e lucratividade do que a ureia revestida aplicada em superfície.

Rojas *et al* (2012)confirmam as observações dos citados anteriormente e, discutem que a dinâmica da água na superfície do solo é muito influenciada por variáveis meteorológicas, tais como a temperatura do ar, o vento e umidade.

Respectivamente, Longo e Melo (2005), colocam que os fatores possíveis para influenciar no processo de uréase estão: a concentração do substrato, a umidade, a temperatura e o PH. Assim, segundo os autores,a ureia é naturalmente modificada pelo contato desses fatores. Estes também observam que a velocidade da urease é maior em épocas de atmosfera mais quente e mais úmida.

Cantarella *et al* (2008) apontam que mesmo a ureia tratada com os inibidores de urease podem sofrer segregações, especificamente aquela tratada com NBPT¹ as volatilizações de N-NH₃ ocorrem por longos períodos de tempo, durante os meses de inverno (Junho a Agosto), momento em que há certo rigor nas temperaturas, amplitude térmica.

2.4 Condições de ambiência: temperatura e umidade relativa do ar

Existem evidências e há grande aceitação entre os pesquisadores que o contato da ureia com altas taxas de umidade relativa do ar pode desencadear a hidrólise, fator que favorece sua degradação. Longo e Melo (2005) relatam que a atividade de urease pode ou não alterar a ureia, pois tanto na forma positiva como na forma negativa esse efeito pode se diferenciar de acordo com o tipo de solo, no qual a ureia foi exposta.

Deste modo, Alcade *et al* (1992) repercutem a questão que, mesmo os fertilizantes de baixa umidade crítica, possuem certo grau de higroscopicidade, ou seja, absorvem água do ar mesmo quando a mesma encontra-se baixa. Tal observação reforça a necessidade da ambiência no armazenamento desses produtos.

Carvalho (1995) coloca que o uso de embalagens plásticas pode diminuir o efeito da segregação física dos grânulos, pois constitui-se de fronteira para contato excessivo com atmosfera do ambiente de armazenagem.

Visando aumentar a resistência a higroscopicidade e ao empedramento dos fertilizantes, Carvalho (1995) relatou que os produtos aumentam o tamanho das partículas ou utilizam aditivos para o revestimento dos grânulos, principalmente com produtos com alto teor de nitrogênio como é o caso da ureia e do nitrato de amônio.

Em relação a inteiração da ureia com o ambiente Alcade *et al* (1992), quantificam a higroscopicidade da ureia em algumas faixas de máxima de umidade crítica (UC%), em que, a mesma pode ser exposta sem absorção de água.

Os autores ainda observaram a umidade absorvida em função do tempo de exposição a umidade crítica de 80,5%(figura 2).

¹ (N-(n-butil) tiosfóricotriamida) substância inibidora da urease.

Materiais	Tempo de exposição (horas)				
	3	6	24	48	72
Uréia	0,64	1,17	4,70	8,91	12,41
Sulfato de amônio	0,04	0,05	0,10	0,13	0,14
Nitrato de amônio	0,10	0,24	0,63	2,16	3,21
Nitrocálcio	0,42	0,57	1,54	3,17	3,31
Fosfato monoamônico	0,14	0,34	1,17	1,54	1,61
Fosfato diamônico	0,15	0,19	0,37	0,47	0,51
Superfosfato simples	0,16	0,27	0,73	0,92	0,97
Superfosfato triplo	0,24	0,43	0,97	1,26	1,31
Fosfato parcialmente acidulado	0,18	0,22	0,35	0,36	0,36
Cloreto de potássio	0,03	0,05	0,17	0,27	0,37
Sulfato de potássio e magnésio	0,25	0,42	1,12	2,31	3,36
Sulfato de potássio	0,002	0,003	0,004	0,004	0,008
Calcário	0,12	0,15	0,21	0,21	0,22
Cal hidratada	0,08	0,12	0,30	0,35	0,37
Calcário calcinado	0,19	0,42	0,99	2,03	2,74

Figura 2: Umidade absorvida pelos materiais, em função do tempo de exposição.

Fonte: Adaptado de Alcade *et al* (1992).

Os autores ainda observaram que, a água absorvida pelos fertilizantes num mesmo tempo de exposição, foi maior quando se aumentou a umidade do ar. Dessa forma concluíram também que a umidade absorvida também foi maior quando houve um maior tempo de exposição.

Stafanato *et al* (2013) submeteram amostras de ureia partilhada (UP) em ambiente de casa de vegetação e verificaram que a temperatura e umidade do ar influenciaram positivamente as perdas de (N-NH₃). No local do experimento a temperatura média foi de 32,5C°, com uma umidade de 70% (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Assim, observaram também que as taxas de perda de N-NH₃ ocorreram de forma mais significativa durante as primeiras 72 horas (**Figura 4**).

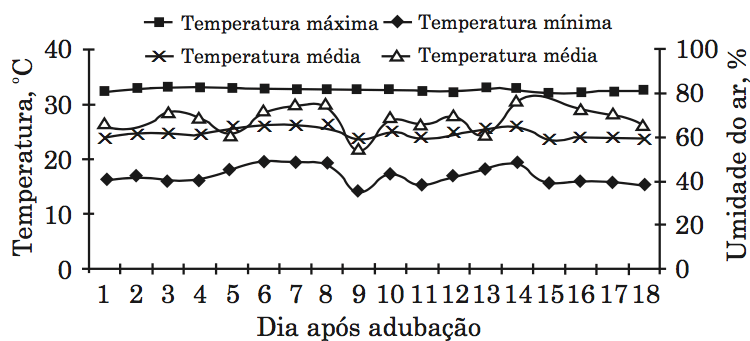


Figura 3: Temperatura e umidade relativa no interior da casa-de-vegetação.

Fonte: Stafanato *et al.* (2013).

Os autores explicam ainda que os tratamentos da ureia com misturas como cobre e boro, desaceleraram o pico de urease das primeiras 72 horas de observação. Como é possível observar no gráfico que a ureia partilhada (UP) tem uma velocidade de urease maior do que as ureias misturadas aos polímeros inibidores de urease, como é o caso da amostra U+NBPT e URCuB. Tais características são ressaltadas pelos autores como eficientes, pois reduziram até 54% as perdas de nitrogênio por volatilização de (N-NH₃).

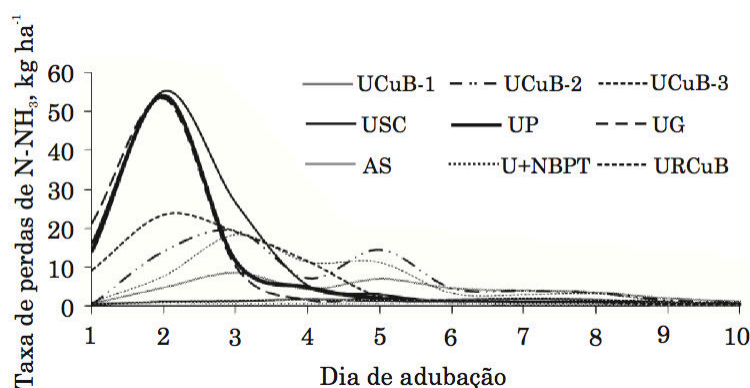


Figura 4: Perdas por volatilização na ureia comum (UP) e ureia com inibidores de urease

Fonte: Stafanato *et al.* (2013).

Diante de tais afirmações é possível concluir que os fatores ambientais, tal como variações de temperatura no ambiente é um dos agentes desencadeadores dos processos relacionados de degradação, ou seja, a perda físico-química do fertilizante. Tal característica é esperada, pois é dessa forma que o nutriente será incorporado ao solo e conseqüentemente absorvido pelas plantas.

2.5 Entropia das edificações e controle térmico dos edifícios

O conceito de entropia na termodinâmica tem como finalidade medir o grau de desordem de um sistema. De acordo com a lei da termodinâmica, quanto maior a desordem de um sistema, maior será a sua entropia.

Cengel e Boles (2013) afirmam que a transferência de calor é proporcional a diferença de temperatura (Δt), e desse modo, considerando que há uma temperatura na envoltória das edificações e ainda uma temperatura interna, o percurso da troca de calor se dá através dos materiais da construção.

Neste sentido, como forma de compreender o percurso do calor nos materiais e suas interações é necessário conceituar os aspectos físicos das transmissões de calor, na relação exterior-interior. Assim, Corbella e Simons (2003) conceituam os aspectos físicos das transmissões de calor conforme:

- **Condução:** a troca de calor por condução é a substituição de energia cinética de um sólido ou um fluido, pois é o resultado da presença de um gradiente de temperatura dentro de um corpo ou substância, por interação molecular, deslocamento de elétrons livres e radiação intermolecular.
- **Radiação:** é o mecanismo de transferência de calor associado a difusão de calor por ondas eletromagnéticas, no entanto, a radiação térmica varia tanto na intensidade, bem como na qualidade. Para exemplificar, a uma dada temperatura as superfícies emitem uma determinada quantidade de energia em uma ampla faixa de comprimento de onda, a quantidade de temperatura transmitida depende ao mesmo tempo da temperatura e das características da superfície emissora, a quantidade de calor retido no corpo, definirá a amplitude do comprimento de onda emitido.
- **Convecção:** a convecção em essência é a modificação da condução, na qual o meio se reposiciona internamente, assim verifica-se a superposição de transferência macroscópica de condução de calor, tais deslocamentos internos exclusivos dos fluidos. Caso sejam causados por diferenças de densidade em função de variações de temperatura no meio do fluido, tem-se assim uma forma conhecida de convecção livre ou natural. Por outro lado, caso seja causado por uma fonte externa, tem-se a convecção forçada.

Conceituados os aspectos físicos das transferências de calor e aplicando-os aos edifícios, no que diz respeito a ambiência e ao conforto ambiental, segundo

Lamberts, Dutra e Pereira (2014), nas edificações as trocas de calor com o meio externos e dão por três fases (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**):

Figura 5: croqui esquemático das três fases das trocas de calor nos fechamentos.

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

A face externa recebe calor por irradiação (raios solares) e por convecção (ar aquecido), sendo em parte absorvida e em parte refletida, pois o conteúdo absorvido penetra no material e por condução é levado a face interna da edificação, onde o ar é aquecido, a tendência é que a temperatura externa entre em equilíbrio com a temperatura interna. Tal análise se aplica a todas as faces da edificação que tenham proximidade/contato com ambientes internos, conforme colocado por Lamberts, Dutra e Pereira (2014):

- **Trocas de calor com o meio exterior:** o meio exterior é a superfície que sofrerá uma maior incidência dos fatores climáticos, a exemplo de uma fachada de uma edificação exposta a radiação solar e a temperatura do ar na camada superficial. Esta receberá essa energia cinética, em parte absorverá e parte refletirá novamente ao ambiente externo, deste modo o calor retido pelo fechamento será transmitido pelo material ao interior do edifício.
- **Condução através do fechamento:** devido à elevação da temperatura externa haverá um diferencial entre o externo e o interno, nesta fase a troca térmica se dá por condução e a intensidade do fluxo se dará pela resistência térmica do material, que é a razão entre a espessura do material e a condutividade térmica do mesmo.

- **Trocas com o meio interno:** nesta terceira etapa do processo a troca térmica se dará como na primeira, por convecção, e, neste caso por irradiação. O calor retido no material poderá ser transmitido ao interior, ou poderá fazer o caminho inverso, caracterizando um processo de perda de calor.

Diferenciados os processos de trocas de calor nas edificações é possível afirmar que a temperatura interna é diretamente proporcional a temperatura externa, assim, as variáveis climáticas são determinantes no conforto do ambiente interno, confirmando assim o relato de Cengel e Boiles(2013).

Objetivando analisar o fluxo de calor que percorre a envoltória dos edifícios,Michels (2007) concluiu que as coberturas são as maiores responsáveis pela troca de calor por diferença de temperatura, assim, o autor analisou diferentes mantas térmicas utilizadas como barreiras radiantes em coberturas, tais materiais tem a característica de refletir o calor irradiado por outro corpo (telhas) favorecido pela sua baixa emissividade, servindo como isolante térmico. Concluindo assim que, as mantas podem chegar a uma eficiência de cerca de 48% quando submetidas a uma diferença de temperatura ($\Delta t=10$). Nota-se ainda sobre as coberturas, que as mesmas estão expostas a uma resistência superficial interna maior (r_{se} : descendente = $0,17 \text{ m}^2\text{k/W}$)os valores podem ser vistos:

Tabela 1:Resistências superficiais internas e externas (direção do fluxo de calor).

R_{si}[m²k/W]			R_{se}[m²k/W]		
Direção do fluxo de calor			Direção do fluxo de calor		
Horizontal	Ascendente	Descendente	Horizontal	Ascendente	Descendente
0,13	0,10	0,17	0,04	0,04	0,04

Fonte: Adaptado de Lamberts, Dutra e Pereira (2014).

Desta maneira, segundo Lamberts, Dutra e Pereira (2014), os materiais utilizados para fechamentos e vedações dos edifícios são os fatores determinantes

para o desempenho térmico das edificações. Os autores conceituam que os fechamentos podem ser opacos e translúcidos, cuja característica fundamental é respectivamente a transparência ou a resistência do material à passagem da luz, neste caso os opacos.

Dessa forma, a NBR 15220-2 (2003), também relaciona os valores das resistências superficiais, como sendo em função da camada de ar adjacente a superfície interna ou externa de um fechamento, a qual, transfere calor por radiação e convecção, diretamente na parte sólida do material, podendo ter variações de acordo com a velocidade do ar incidente, a emissividade do material superficial.

Lamberts, Dutra e Pereira (2014) colocam ainda que o fator multiplicador do fluxo térmico de um fechamento opaco é a chamada transmitância térmica (U)(equação 4), que consiste no inverso do somatório das resistências das camadas de material que compõem o fechamento.

Neste sentido ainda, NBR 15220-2 (2003), também coloca que os fechamentos das edificações possuem uma determinada capacidade de conduzir energia cinética sobre os materiais sólidos, e esta condução térmica será determinada pela razão entre a espessura da camada do fechamento e a condutividade térmica do material(equação1).

$$R = \frac{L}{\lambda} \quad (1.)$$

Onde:

R= resistência da camada de material.

L= espessura da camada de material(mm).

λ = condutividade térmica do material em (watt/m² C).

Ainda segundo os autores e o método publicado na NBR 15220-2 (2003), para obter os valores totais da transmitância térmica (U) é necessário fazer o somatório de todas as resistências de todas as camadas dos materiais(equação 2):

$$R_T = R_{se} + R_1 + R_2 + R_3(\dots) + R_{si} \quad (2.)$$

Onde:

R_{se} = resistência superficial externa;

R_{si} = resistência superficial interna;

R = resistência da camada térmica de cada camada de material;

R_T = resistência total;

Para obtenção dos valores, os valores de transmitância térmica (U) são necessários dividir o valor do somatório das resistências pelo seu inverso da resistência total.

$$U = \frac{1}{R_T} \quad (3.)$$

Onde:

U = transmitância;

R_T = resistência total;

Neste sentido, Lamberts, Dutra e Pereira (2014), especificam que o objetivo principal do projetista na especificação de um fechamento para uma edificação é o de evitar as perdas de calor no inverno e os ganhos excessivos no verão, o chamado fluxo térmico, que, nada mais é do que o produto da transmitância térmica (U) por fatores externos somado ao diferencial de temperatura interna/externa, tal como a irradiação solar incidente (i), a cor do revestimento final (α) e a resistência superficial externa (equação 4).

$$q = (U [\alpha I_{rse} + (t_e - t_i)]) \quad (4.)$$

Onde:

U = transmitância $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$;

α = absorvidade do material;

Rse= resistência superficial externa;
 Te= temperatura externa;
 Ti= temperatura interna;

Entretanto, os autores determinam que para situação de inverno, (no qual o interior é mais quente e o exterior mais frio), o fluxo térmico se dará pela equação(5.):

$$q = \frac{U(te - ti)}{\Delta t} \quad (5.)$$

Onde:
 U= transmitância W/(m²C°);
 Te= temperatura externa;
 Ti= temperatura interna;
 Δt= diferença de temperatura;

Como visto, cada face da edificação pode ser submetida a diferentes ganhos térmicos de energia, cabe ao projetista saber organizar-se perante as inúmeras variáveis. Esta informação confirma um dos preceitos descritos pela pesquisa na área de conforto ambiental, que a orientação das vedações dos edifícios devido ao sol recebem diferentes aportes de energia.

Neste sentido, Corbella e Simons (2003),colocam que as estratégias para obter-se um bom nível de conforto térmico é necessário nas edificações:

- Controlar os ganhos de calor;
- Dissipar a energia térmica do interior do edifício;
- Remover a umidade em excesso e promover o movimento do ar;
- Promover a iluminação natural;
- Controlar o ruído;

Outra estratégia colocada pelos autores é transferir o calor para zonas ou ambientes de pouca permanência(local em que a rigor há pouca necessidade de conforto).

Desse modo,Pereira, Enedir e Güths (2013),testaram telhas pintadas com diferentes tons de cores de “branco-frio” e concluíram que dependendo do tipo de tons de tinta,empregado em um determinado acabamento é possível modificar

substancialmente a transmissão térmica de calor da superfície incidente em relação ao ambiente interno. Esta teoria também já foi expressa em Lamberts, Dutra e Pereira (2014), no qual os autores referenciam como a relação absorvância e refletância.

De acordo com a NBR 15220-2(2003), conforme o zoneamento bioclimático brasileiro, é necessário para todas as oito zonas que exista proteções solares nas aberturas da edificação, pois essas serão as principais responsáveis pelo aquecimento da edificação, conseqüentemente gerando desconforto térmico em todas as zonas criadas pela norma mencionada.

Sorgatto, Versage e Lamberts, (2011) concluíram que o dispositivo de sombreamento nas aberturas (como forma de redução de ganho de térmico por irradiação solar incidente) contribui significativamente para a redução nos GHR (graus hora de resfriamento. No relato dos autores, pelo experimento houve uma redução de até 82% da temperatura para um ambiente orientado para oeste(orientação com maior percentual de radiação incidente).

Neste sentido, é possível concluir que para a redução do aporte térmico das edificações é necessário o uso de estratégias de sombreamento de superfícies críticas, impedindo a incidência de radiação solar (i) direta nos materiais, por meio do sombreamento ou até mesmo por materiais com características de refletância, necessariamente em horários mais críticos, a especificação de materiais com baixa condutividade térmica e alta resistência à condução de calor.

Embora a grande parte das edificações é desejável que ocorra a liberação de calor, nas situações em que essa energia pode gerar desconforto, existem situações que é desejável que o calor seja de alguma forma conservado.

Desta maneira, NBR15220-2 (2003) coloca que uma das características das edificações, no que diz respeito a conservação de calor, a inércia térmica é um de seus atributos, podendo acontecer por amortecimento e/ou retardo térmico, em princípio absorvem o calor externo, conduzindo-o para o interior da edificação. Sendo assim, ainda segundo os autores, quanto maior a massa térmica recebida, maior será o calor retido, característica desejada nas situações em que existe um exterior mais frio e um interior mais quente.

Lamberts, Dutra e Pereira (2014) colocam que outras características de aporte térmico das edificações são os fechamentos translúcidos, que podem conduzir calor

ao interior por meio de irradiação e condução térmica, pois estes oferecem uma menor resistência as transmissões de calor, devido a isso, existem características desejáveis de especificação deste tipo de material nas edificações, tais como cor, orientação solar e sombreamento em horário crítico.

Como forma de dimensionamento do fluxo térmico de aporte de calor por tais fechamentos, é necessário diferenciar o ganho térmico por condução (equação 6) e o ganho por radiação incidentes (equação 7):

$$qA = U(te - ti) \quad 6.)$$

Onde:

U= transmitância [W/m²C°]; (conforme equações 1; 2; 3;)

te= temperatura externa (C°);

ti= temperatura interna (C°);

$$q_s = F_s \times I \quad (7.)$$

Onde:

F_s= fator solar [W/m²];

I =irradiação [W/m²];

Assim, expostos os aspectos termodinâmicos das edificações, pode-se inferir que há uma série de evidências que é possível climatizar as edificações, mantendo-as em uma faixa de temperatura que faça com que os usuários desfrutem de certa neutralidade térmica².

Nesse sentido, existem grandes avanços nas pesquisas que objetivam projetar, qualificar e quantificar o desempenho térmico dos materiais quando submetidos a diferentes condições climáticas, a exemplo de Rashwan, Farag e Wael (2013), que testaram o desempenho térmico de nano materiais empregados ao envelope da edificação, os quais concluíram que os nano-thermal-model³ (NTM) podem ter boas respostas em locais com climas quentes e secos (tais condições é mais difícil obter-

² Principal característica de conforto térmico, onde os indivíduos não utilizam dos mecanismos metabólicos do corpo para resfriamento e/ou aquecimento, caracterizando conforto térmico.

³ São materiais que possuem graus estruturais na ordem de 10⁻⁹ m ou um nanômetro (que é igual a um milionésimo de milímetro). São objeto de estudo da nanociência e da nanotecnologia

se conforto), tal como no Egito e concluíram que os nano materiais podem reduzir em até 72% as transferências térmicas do envelope da edificação, quando comparados aos materiais comumente utilizados.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local

Os experimentos foram conduzidos no campus da Universidade Estadual do Oeste do Paraná- UNIOESTE, localizada ao sudoeste da cidade, na latitude e longitude $24^{\circ}59'16''S$ e $53^{\circ}26'55''W$, em uma região relativamente periférica de Cascavel-PR.

3.2 Unidades experimentais

Com a finalidade de simular diferentes condições de ambiência e seus desdobramentos na degradação físico-química dos nitrogenados foram armazenados um total de 400kg de ureia comum subdividida em quatro ambientes, conforme:

Modelo climático (MC): com um volume de aproximadamente $0,85m^3$, com tratamentos que visam atenuar as trocas de temperatura com o ambiente externo.

Modelo não climático (MNC): modelo com um ambiente de aproximadamente $0,85m^3$, sem mecanismos de controle de trocas de temperatura com o ambiente externo, apenas com vedações convencionais, sendo telhados, parede sem madeira e piso em chapa de compensado naval.

Modelo empírico garagem (MEG): modelo construído em alvenaria, muito próximo aos que podem ser encontrados nas propriedades rurais, com função de armazenagem de máquinas agrícolas e insumos.

Modelo empírico porão (MEP): modelo construído em alvenaria, semi-enterrados, também bastante aproximado às edificações encontradas nas propriedades agrícolas, com a função de depósito de materiais e insumos.

Cada uma destas unidades experimentais foi equipada um conjunto sensores para medição de temperatura (T_{bs}/T_{bu}) e umidade relativa do ar (%). Todas as unidades experimentais foram submetidas as mesmas variáveis climáticas locais(Figura 6).

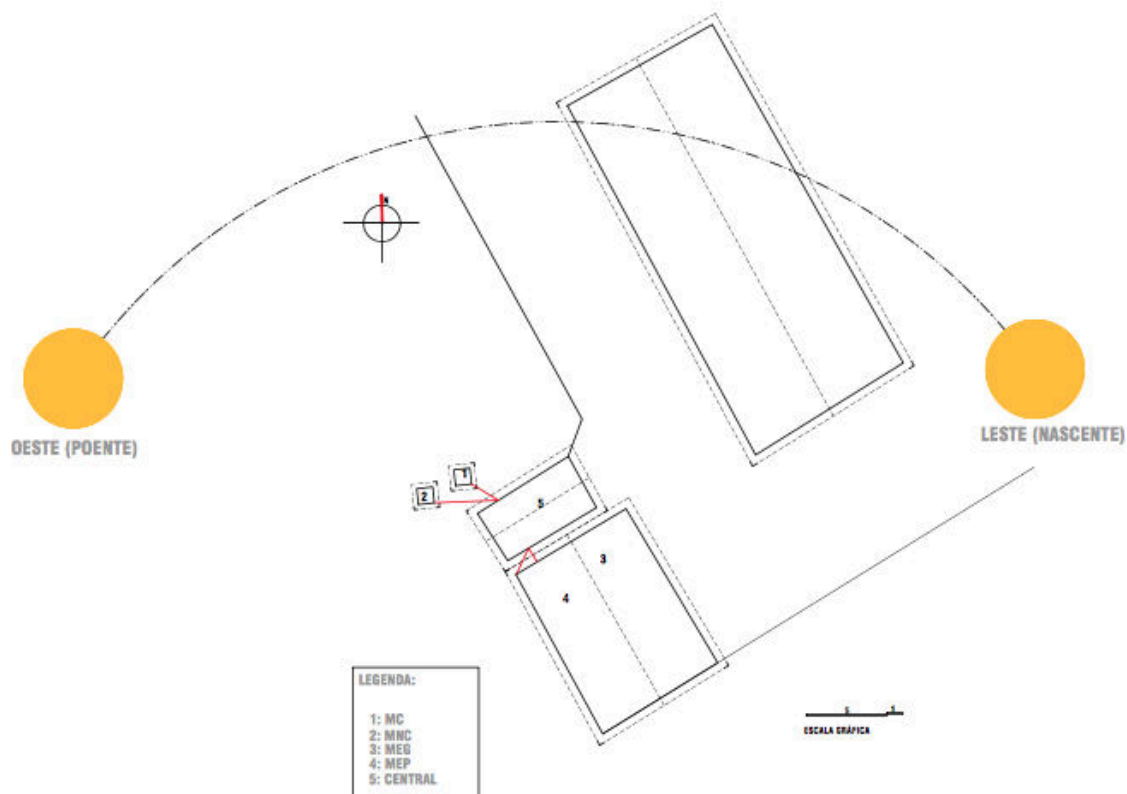


Figura 6:Layout do campo experimental e situação de cada modelo experimental

3.4.7 Modelo Climático (MC)

O modelo climático tem como premissa de construção o isolamento térmico do ambiente interno em relação a atmosfera exterior, o modelo consiste em um esqueleto metálico de $1,00 \times 1,00 \times 1,00$ revestido em sua face externa por tábuas retificadas de pinus, com espessura de 3mm, na face interna revestido com placas de osb, sendo que, dentre os revestimento externos e o interno há uma camada de ar com 3,00cm(Figura7). A cobertura foi executada em telhas cerâmicas, apoiadas sobre uma manta térmica com a função de barreira radiante, abaixo desta há um ático (Figura7) cuja função é atenuar o aporte térmico adquirido pela telha. No

modelo foram armazenados duas sacas sendo 50kg+50kg de ureia, sendo uma para amostragem durante o experimento e outra para acompanhamento mensal do peso.

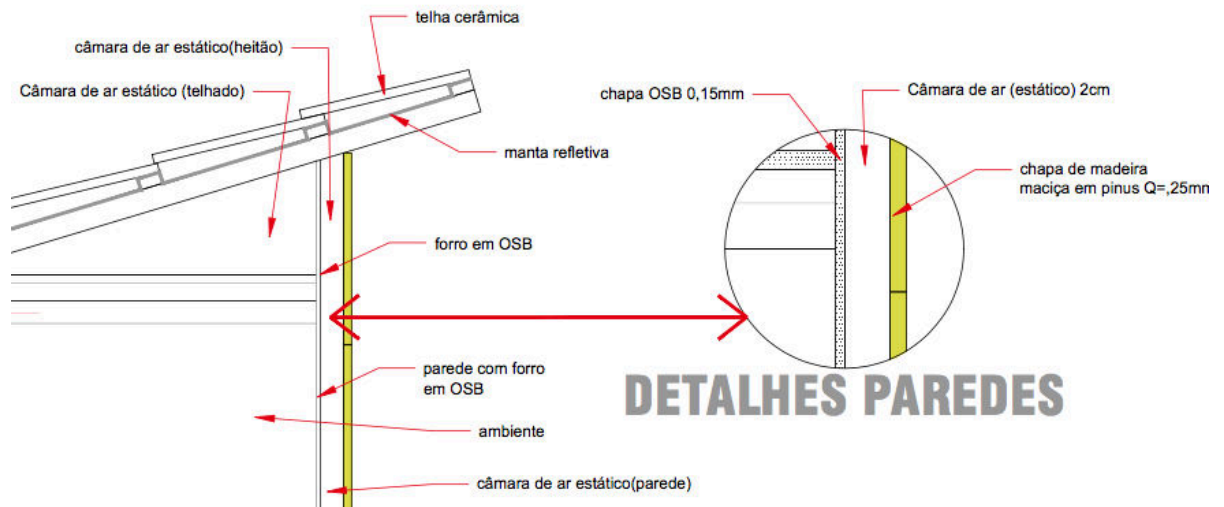


Figura7:Detalhes construtivos câmaras de ar estático (telhado e paredes).

Com tais características espera-se que o modelo tenha um desempenho térmico próximo a temperaturas da zona de conforto humano. Aproximado a temperatura de 25,0 C°.



Figura 8:Modelo climático (MC) posicionado no campo experimental.

3.4.7 Modelo não climático(MNC)

O modelo não climático possui uma construção mais simples, possui as dimensões de 1,00x1,00x1,00, fechado por tabuas de pinus afixadas em estrutura metálica, a cobertura foi executada em fibrocimento sem mecanismos de controle térmico. No modelo foram armazenadas duas sacas, sendo 50kg+50kg de ureia, uma para amostragem durante o experimento e outra para acompanhamento mensal do peso.



Figura 9: Modelo não climático (MNC) posicionado no campo experimental

Por se tratar de um material com baixa resistência a transmissão térmica, a telha de cobertura em fibrocimento perde e ganha calor com o exterior de forma muito rápida, ou seja, se a temperatura no exterior for maior que no ambiente interno, a telha conduziu praticamente todo o calor ao interior da edificação.

3.4.7 Modelo empírico garagem (MEG)

O modelo empírico possui essa denominação, pois o mesmo tem o objetivo de simular um ambiente muito aproximado ao encontrado no campo em uma situação real, o modelo é constituído de estrutura pré-moldada, com aberturas, dentre janelas grandes aberturas de portas metálicas.

O modelo possui 266m², com um pé direito de 6,0 metros de altura (figura 10).

No modelo foram armazenadas duas sacas, sendo 50kg+50kg de ureia, sendo uma para amostragem durante o experimento e outra para acompanhamento mensal do peso.

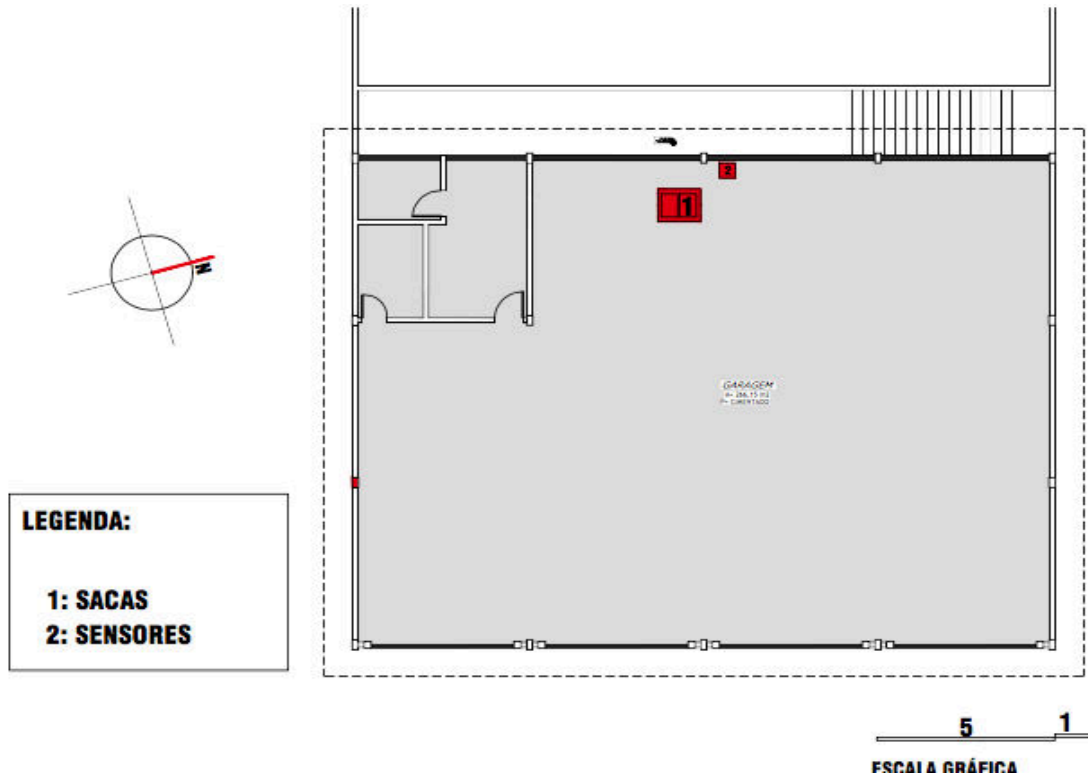


Figura 10: planta baixa modelo empírico garagem (MEG)

Fonte: Unioeste, modificado pelo autor (2018).

Neste modelo também houve a preocupação de deixar as embalagens a certa distância das paredes (Figura 16), como forma de não modificar a temperatura das amostras com paredes mais quentes.

3.4.7 Modelo empírico porão (MEP)

O modelo empírico porão possui essa denominação também, pois constitui-se em uma aproximação a um ambiente de armazenagem existente no campo, porém, nesse modelo há características diferentes dos outros, pois o mesmo encontra-se semi enterrado, tal característica deixou o ambiente com uma umidade relativa do ar diferenciada e uma condição de temperatura suscetível ao atraso térmico (retenção de calor no invólucro)

Com uma área de 142,00m² e um pé-direito de 2,00 metros de altura, o ambiente encontra-se com cerca de 75% de sua área cúbica, enterrado abaixo do nível do solo (Figura 11; Figura 12), fator que modifica toda sua dinâmica de desempenho térmico, pois a terra ao redor recebe calor no sentido descendente, fator que aumenta a retenção de calor nas paredes de contato.

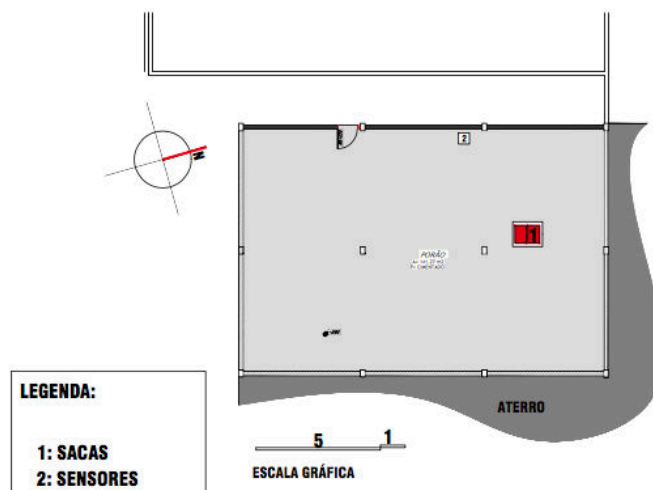


Figura 11: planta baixa do modelo empírico porão (subsolo) (MEP).



Figura 12: edificação superior onde se localiza o modelo (MEP).

3.3 Medição e registro de dados

Para a leitura e o registro dos dados, e, posterior cruzamento dos dados de ambiência foi utilizado um datalogger (figura 13):



Figura 13:DataloggerNovusFieldlogger®(16 portas)

Fonte:Novusfieldlogger web.

Nas medições de temperatura(t_{bs} e t_{bu}) e a umidade relativa do ar foi instalado em cada uma das unidades um sistema de psicrômetro aspirado.

O sistema consiste na instalação de dois termopares adaptados a um tubo de pvc de 75mm, sendo um sensor para a temperatura de bulbo seco(permanentemente seco) e outro adaptado a uma mecha de material higroscópico, ligado a um reservatório de água ventilado por um sistema de cooler, com velocidade do vento equivalente a ± 5 m/s acionado a cada 15 min. Nas imagens abaixo é possível observar o sistema montado já no interior de uma das unidades experimentais (figura 14), conforme validado por Cunha e Volpe (2014).

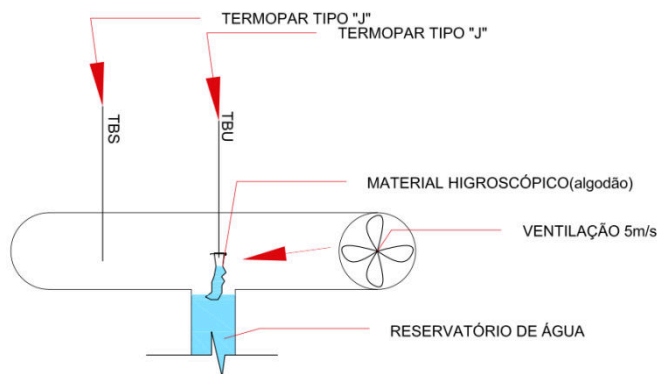


Figura 14: Detalhe de funcionamento do psicrômetro aspirado montagem final

Em todas as unidades experimentais foi montado um módulo de medição (Figura 14), todos os sensores são termopares (tipo “j”), sendo um total de quatro sistemas interligados ao datalogger.

Para analisar o desempenho térmico conforme NBR 15220-2(2003), as relações de troca térmica em watt/m^2 de todas as unidades experimentais foram utilizados os dados da estação meteorológica do Simepar-PR, localizada na zona rural do município de Cascavel – Paraná.

Como forma de garantir que nenhuma das amostras sofrerá alterações em sua temperatura por contato com superfícies quentes, todas as sacas foram colocadas minimamente afastadas ($\pm 0,30\text{cm}$) das paredes e do piso, sendo que nos experimentos MEG e MEP as sacas foram colocadas sobre paletes de madeira com aproximadamente $0,10\text{cm}$ do piso, já nos modelos MC e MNC as sacas foram colocadas diretamente sobre o piso, uma vez que nestes modelos o piso está elevado chão aproximadamente $0,10\text{cm}$ (**Figura 16**).

Todas as sacas foram colocadas na horizontal, pois desta maneira o conteúdo das mesmas comprime o fechamento da válvula, conforme instrução de armazenagem do fabricante (**Figura 15**):

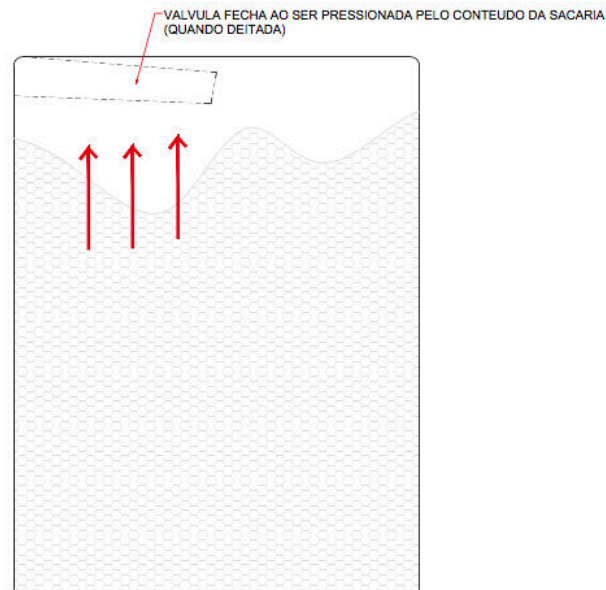


Figura 15: Fechamento da válvula da sacaria (sobre superfície horizontal)

Durante todo o experimento foram realizadas medições da temperatura e umidade no interior das unidades a cada um minuto, perfazendo um total de 1440 medições/dia, durante os três meses de experimento.

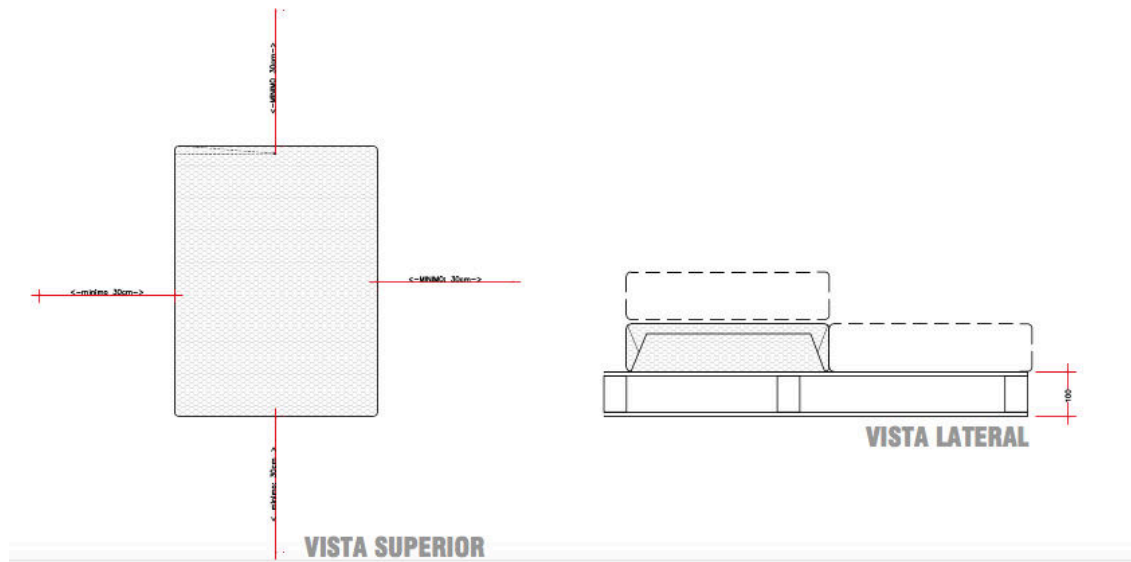


Figura 16: Detalhe do acondicionamento das amostras nas unidades experimentais

3.4 Ensaios físico-químicos

Segundo Mialhe, Milan e Gadanha (1996), o interesse e a preocupação em obter informações não é algo novo, sendo assim, os ensaios em máquinas agrícolas vêm sendo realizados já há várias décadas, orientando exatamente para o levantamento de dados que possibilitem avaliar as características de desempenho.

Nesse sentido, considerando um recorte no que diz respeito aos adubos aplicados ao solo por máquinas, estes devem seguir determinados parâmetros de projeto, tanto do fertilizante bem como da automação a ser utilizada.

Como forma de avaliar as condições físico-químicas e possíveis modificações em seu estado físico-químico, visando adequar-se as especificidades tanto da máquina bem como do projeto do insumo, buscando o manter íntegro durante a armazenagem.

Conforme já problematizado anteriormente, esta pesquisa tem como objetivo analisar uma melhor forma de armazenagem de adubo nitrogenado. Deste modo, para quantificar a desagregação foram avaliadas as amostras submetidas a quatro experimentos de armazenagem de ureia agrícola, para isso, foram analisados cinco aspectos físico-químicos, conforme:

- Teor de nitrogênio do nutriente;
- Densidade;
- Peso;
- Umidade;
- Granulometria;

Tais avaliações quanto aos padrões físico-químico foram realizadas anteriormente ao início do experimento como forma de obter-se um padrão teórico inicial, visando quantificar a variação da desagregação do início ao fim do experimento de campo, por um período de 90 dias, submetidos as adversidades climáticas conservadas pelo edifício.

Visando padronizar e objetivando embasar as análises em métodos oficiais, todos os procedimentos de análise dos padrões colocados por esta pesquisa foram realizadas as análises de acordo com o manual de métodos analíticos oficiais para fertilizante e corretivos, conforme o recomendado por Mapa (2014).

3.4.7 Teor de nitrogênio

Conforme relatado anteriormente, dentre os processos de degradação da ureia estão os fenômenos relacionados a volatilização de $(N-NH_3)$, no qual os grânulos perdem suas propriedades físico-químicas. Tal processo é esperado quando da aplicação do nutriente ao solo, assim, é necessário que quando do momento da aplicação o nutriente permaneça imobilizado, pois no solo ele será mineralizado.

Neste sentido, a pesquisa avaliou essas perdas pelo método analítico de fertilizantes e corretivos, recomendado por Mapa (2014), que determina para análises de amostras que contenham ureia ou nitrogênio na forma amídica e amoniacal é dispensável a análise por liga de Raney, sendo utilizado o método de destilação com hidróxido de cálcio.

A Embrapa (2013) avaliou dois procedimentos para determinação de nitrogênio total, sendo um deles, referenciado nos métodos analíticos de Mapa (2014), e, constatou que os teores de N declarados nas embalagens são equivalentes aos valores calculados em ambos os métodos realizados na pesquisa.

Foram analisadas amostras submetidas aos quatro modelos de armazenagem, dispostas simultaneamente as mesmas variáveis climáticas, na qual foi realizada uma análise inicial, antes da submissão ao experimento como forma de obter-se uma caracterização inicial e ainda a avaliação mensal periódica.

Por conseguinte, ao término de cada um dos três meses foram realizadas análises laboratoriais, com objetivo de quantificar o nitrogênio existente na amostra visando obter a perdas mensais.

3.4.7 Densidade

Para analisar o processo de desagregação da ureia submetida aos tratamentos propostos foram realizadas análises da densidade de cada amostra, verificando as alterações físicas, pelo método determinado por Mialhe, Milan e Gadanha (1996), conforme equação (8). Tal método consiste em encher um

recipiente com volume conhecido até o topo com os grânulos, em seguida pesá-los com precisão analítica de 0,01g e calcular conforme equação (8).

$$d = \frac{M_s}{V_t} \quad (8.)$$

Sendo:

d= densidade;

M_s=massa em g;

V_t= volume total em m³;

Segundo Feltran, Corrêa e Brancalião (2006), afirmam que a qualidade do fertilizante é influenciada por suas características físicas, sendo elas a densidade, o tamanho, a forma, a coesão, ângulo de repouso, consistência, fluidez das partículas.

Os autores colocam ainda que, com o deslocamento da máquina durante a distribuição do fertilizante e o próprio choque com o equipamento de distribuição pode impedir uma distribuição uniforme do nutriente no solo. Assim, o nutriente chega ao solo alterado fisicamente, diminuindo seu desempenho.

3.4.7 Teor de umidade

Para analisar a quantidade de água absorvida pelas amostras foram realizadas análises de umidade, conforme recomendado por Mapa (2014), o método que consiste em pesar as amostras antes e depois de submeter as mesmas em uma estufa a 65°C, para obtenção do percentual de água absorvido pelas amostras foi obtido por meio da equação (9):

S

$$U = \left[\frac{(P_u - P_s)}{P_s} \right] 100 \quad (9.)$$

endo:

U= umidade em (%);

P_u=peso da amostra úmida em g;

P_s= peso da amostra seca em g;

Essa análise, bem como as análises pertencentes ao grupo dos aspectos físico-químico, também foi realizada no momento anterior ao experimento e ao fim de cada mês do período observado, obtendo assim um parâmetro mensal do comportamento do adubo em relação a sua higroscópica no processo de armazenagem.

Cabe também recomendar que essa análise isolada pode também responder eficácia da embalagem na qual a ureia é distribuída pelos fabricantes.

Sobre os problemas gerados em função da exposição a níveis críticos de umidade relativa do ar, Alcade *et al* (1992), expõem que o excesso de umidade nos grânulos afetará a qualidade do fertilizante, no que diz respeito a fluidez e o decorrente empedramento.

3.4.7 Peso

O peso pode ser entendido como um dos indicativos de perdas de nutrientes e massa física da ureia, para isso, para identificar quanto essa variável é modificada o fertilizante armazenado foram realizadas pesagens das sacas submetidas ao experimento, sendo, uma pesagem inicial e o monitoramento mensal total do peso de uma das amostras. É importante ressaltar que houve o cuidado de manter a substancia com a embalagem fechada durante todo o experimento.

Para obtenção dos valores foi utilizada uma balança de bancada com a capacidade máxima de 60kg e leitura de carga com três casas decimais sem arredondamentos.

3.4.7 Granulometria

Segundo Stafanato e Goulart (2013), a granulométrica está relacionada diretamente com sua forma e tamanho dos grânulos, assim a importância das partículas baseia-se no fato que a subdivisão do material aumenta a sua área de superfície de exposição por área de massa.

Neste sentido, o trabalho analisa qual a modificação das partículas em razão de possíveis mutações em sua granulométrica por tempo de armazenamento e desse modo, foram realizadas análises granulométricas antes da submissão das amostras aos quatro tratamentos e, também, realizadas análises nas amostras mensalmente, durante os três meses de experimento.

As análises foram realizadas seguindo os procedimentos determinados por Mialhe, Milan e Gadanha (1996), o procedimento consiste em utilizar peneiras sobrepostas em ordem decrescente com aberturas de 4000; 2800; 2000; 1000; 710; 500; 0250; 0125 mm, submetidos a um agitador de peneiras por no mínimo 5 min. Após o procedimento deve-se pesar o conteúdo de cada peneira com precisão de 0,01g, o procedimento também é equivalente ao descrito por Mapa (2014).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados desta pesquisa serão apresentados, discutidos e analisados em duas óticas, sendo a primeira o desempenho térmico das edificações e suas interações com o ambiente exterior e a segunda, analisando o processo de segregação da ureia durante o armazenamento em função do tempo e do ambiente.

Deste modo, para que seja possível então compreender as interações entre os ambientes observados e o clima externo, foram organizadas médias das temperaturas máximas e mínimas durante o período do experimento de campo conforme:

Tabela 2: Valores de temperatura e umidade relativa da região durante o período do experimento.

Período	Médias das condições climáticas externas			
	Max.	Min.	Méd./dia	UR%
Novembro	27,69°C	17,40°C.	22,54°C	82,76%
Dezembro	29,59°C	18,93°C	24,26°C	87,45%
Janeiro	29,15°C	17,73°C	23,44°C	77,97%

Fonte: adaptado de Simepar (2019).

Conforme os valores da Tabela 2 foi possível observar um verão típico da região Oeste do Paraná, cujo clima segundo a classificação Köppen, tem-se o clima Cfa- clima subtropical, com verões quentes, sendo a média de temperatura dos meses mais quentes acima de 22°C, e a média do mês mais frio inferior a 18 °C.

Com a definição das médias das temperaturas externas foi possível analisar o desempenho térmico de cada um dos ambientes observados nesta pesquisa. Para obter-se a pior situação, no que diz respeito à interação exterior/interior, foram utilizadas as temperaturas máximas medidas (Tabela 2).

Considerando tal simulação de desempenho é possível concluir que cabe ao projetista das edificações fazer o caminho inverso no momento da especificação dos materiais e dos fechamentos, preconizando organizar o projeto de tal maneira que as fachadas que mais ganham/retêm calor, possam ser distribuídas nas orientações em que haverá fatores que poderão diminuir o fluxo de calor.

4.1 Fluxo térmico das edificações

O estudo do fluxo térmico consiste em fazer um balanço da energia incidente pelas condições climáticas externas e suas interações com as condições climáticas internas. Desta maneira, foram calculados os fluxos de acordo com o modelo matemático apresentado por Lamberts, Dutra e Pereira (2014) e NBR 15220-2 (2003).

Os resultados obtidos foram calculados de acordo com as diferenças de temperatura entre exterior e interior, somadas aos aportes dos fatores externos, como irradiação (I), Resistência superficial externa (r_{se}), a relação entre absorvidade e refletividade ($\alpha+p=1$) da cor da superfície, somadas a variação da temperatura externa (máxima mensal) e interna (média mensal).

A avaliação do desempenho térmico, segundo a NBR15220-2(2003), pode ser realizada durante a fase de projeto e após a execução. Em relação à edificação construída a avaliação pode ser feita por meio de medição *in-loco*, enquanto na fase de projeto pode ser feita uma simulação computacional ou utilizando as informações contidas em um TRY – ano climático de referência de uma cidade nas proximidades.

Abaixo estão descritos os valores de perdas e ganhos de calor sofridas pelas edificações durante o transcorrer do experimento de campo, durante os meses de novembro, dezembro e janeiro, entre os anos de 2018/2019. As edificações tiveram o seguinte desempenho térmico, organizados por fachadas de incidência:

Tabela 3: Fluxo térmico dado em $\text{watt/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$ obtido com os dados coletados no mês de Novembro.

Mês de Novembro (solstício de verão)				
Fachada	MEG	MEP	MNC	MC
Norte	-6,93	9,97	-13,59	-0,588
Sul	21,92	18,87	12,58	30,000
Leste	-0,05	-2,19	-13,59	-0,588
Oeste	-6,9	-9,10	-13,59	-0,588
Cobertura	35,21	11,47	68,01	24,576
$\Delta t(\text{ext/int})_{\text{med.}}$	1,6°	2,2°	3,1	2,04

* Os valores utilizados para cálculo foram obtidos em Frota (2004).

Foi observado durante o mês de novembro que ocorreram perdas de calor em pelo menos três fachadas de cada um dos ambientes, além de ter sido possível notar também que durante o verão as fachadas localizadas ao sul houve um significativo aporte de calor, o pode ser explicado, pois no verão os horários de sol sudeste (nascente) e sudoeste(poente), são nesses horários que durante o verão, o sol incide em um ângulo praticamente perpendicular em relação a fachada e nesta posição o sol aquece a superfície do material.

Essa reação era esperada e pode ser explicado pelo diagrama solar da latitude 23°Sul. As linhas horizontais representam a trajetória do sol em relação ao plano terrestre, já as linhas na vertical representam a hora. Deste modo, é possível observar que em boa parte dos meses de verão existe a insolação sudeste e sudoeste. Como esses picos de irradiação solar acontecem em horários mais extremos, no amanhecer e no entardecer, isso propicia que edificação retenha o calor, fazendo com que edifícios permaneçam mais quentes durante o início da noite.

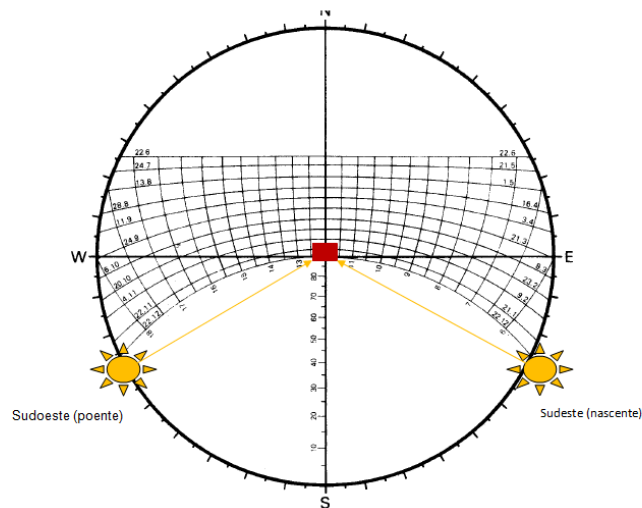


Figura 17: Carta solar da latitude 23°Sul.

Fonte: adaptado de Frota (2004)

No mês de dezembro, um comportamento sem grandes variações em relação ao mês de novembro, porém, a fachada norte inicia um ciclo de perda, possivelmente porque o sol foi mais presente na fachada sul, fazendo com que a

fachada norte ficasse resfriada por seu próprio sombreamento nos horários mais extremos (amanhecer e entardecer), sendo que a fachada voltará receber sol quando o mesmo estiver alto, ou seja, próximo as incidência das 12horas.

Tabela 4:Fluxo térmico dado em watt/m² C° obtido com os dados coletados no mês de Dezembro.

Mês de Dezembro (solstício de verão)				
Fachada	MEG	MEP	MNC	MC
Norte	-9,88	18,87	-20,54	-24,29
Sul	18,98	4,09	5,64	6,29
Leste	-9,88	-15,26	-20,54	-24,29
Oeste	-9,88	-15,26	-20,54	-24,29
Cobertura	34,32	9,88	52,27	13,01
$\Delta t(\text{ext/int})_{\text{med}}$	2,2	3,1	4,52	4,57

* valores de resistência dos materiais foram obtidos de Frota (2004).

No mês de janeiro as médias de temperatura externa diminuem, modificando a dinâmica do fluxo térmico. As perdas da fachada norte diminuem em quantidade, porém, as perdas permanecem negativas, tal característica fará com que as edificações retenham mais o calor, o que é desejável, uma vez que quando a temperatura externa é menor, haverá maior ambiência e, portanto, conforto no interior do edifício.

Tabela 5:Fluxo térmico dado em watt/m² C° obtido com os dados coletados no mês de Janeiro.

Mês de Janeiro (solstício de verão)				
Fachada	MEG	MEP	MNC	MC
Norte	-2,55	-2,88	-2,01	-9,765
Sul	26,31	25,97	24,17	20,82
Leste	-2,55	-2,88	-2,01	-9,76
Oeste	-2,55	-2,88	-2,01	-9,76
Cobertura	37,13	13,60	94,23	24,025
$\Delta t(\text{ext/int})_{\text{med}}$	0,9	0,96	0,84	2,1

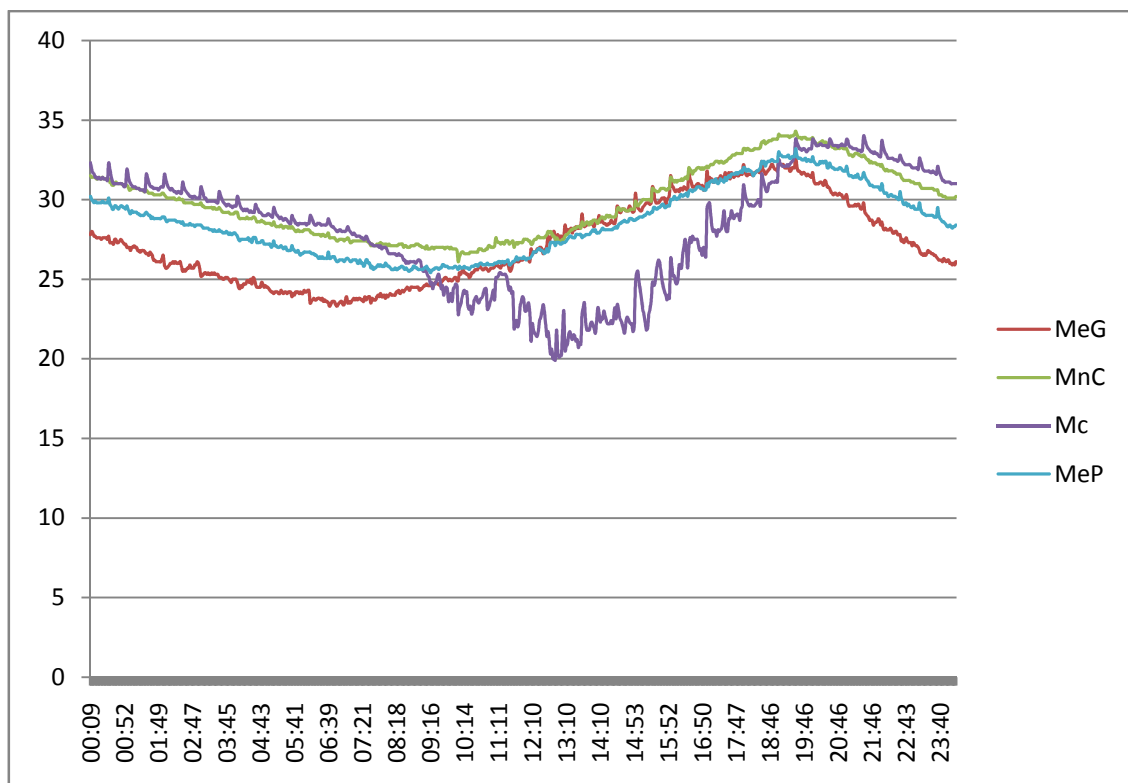
* valores de resistência dos materiais foram obtidos de Frota (2004).

Após a análise do fluxo térmico foi possível observar que os maiores fluxos térmicos em todas as três situações se deram nos telhados das edificações evidenciando e confirmando as mesmas hipóteses de Michels(2007), de que a maior parte do aporte de calor nas edificações se dá pelas coberturas.

Outras questões podem ser observadas ao analisar a dinâmica do sol na edificação, pois o sol varia de posição a cada hora do dia e isso tem grande interferência na temperatura interna.

Neste sentido, para que seja possível observar as diferenças entre o comportamento das edificações, foi selecionado o comportamento das quatro edificações durante um dia, medindo as temperaturas a cada um minuto como é possível observar no gráfico (**Figura 18**).

Figura 18: Comportamento diário das temperaturas nas unidades experimentais



No gráfico apresentado acima é possível observar que há certa uniformidade nas temperaturas dos ambientes observados, no entanto, no modelo climático (MC) após as 09 h da manhã até as 20 h da noite, as temperaturas do modelo climático (Mc) decrescem abaixo da faixa dos 25,0°C (zona de conforto humano média) e é nesse horário em que há grande intensidade na irradiação solar. Anteriormente a esse horário as edificações estão conservando calor. Comparando a temperatura final entre MNC e MC o modelo MC teve um melhor desempenho, pois conseguiu manter uma temperatura mais amena em seu interior, divergindo do modelo MNC que tem um ambiente mais quente durante praticamente o dia todo.

Também foi observado um decréscimo de calor no barracão (MEG), esse fenômeno aconteceu possivelmente pela perda de calor por ventilação, como a edificação possui um grande pé direito o calor pode ser mais rapidamente dissipado ou perdido ao ambiente exterior.

Note-se que no ambiente do porão (MEP) em boa parte do dia a temperatura se mantém constante e na maior parte do dia abaixo da faixa dos 30,0°C. Essa característica se deve ao fato de que a edificação tem boa parte de seu ambiente abaixo do nível do solo. A especificidade deste ambiente se deve a construção no pavimento superior que possui um papel de amortecer a transmissão de calor.

A NBR 15220-2(2003) organiza no Brasil oito zonas climáticas e dentro de cada uma padrões construtivos para duas situações como inverno e verão, que são situações nas quais a edificação deverá responder com certos padrões de desempenho. Para a zona climática tres (Z3)(Tabela 6), zona em que os modelos testados por esta pesquisa estão inseridos.

Tabela 6: Diretrizes construtivas para zona climática 3 – (Z3).

Superfície	Verão	Inverno
Cobertura	- Leve isolada;	-Aquecimento solar passivo;
Paredes	- Permitir ventilação cruzada; Vedações internas pesadas (inércia térmica);	-Permitir sol durante o inverno;

Fonte: Adaptado de NBR 15220-3 (2003).

Nos ambientes estudados foram registradas as seguintes condições médias máximas de temperatura e umidade relativa do ar, foram calculadas as médias pelas máximas pois são esses valores que determinam o estresse térmico apontado pelos pesquisadores.

Tabela 7: Comportamento mensal da temperatura e umidade relativa durante o experimento (médias das máximas).

Período	MEG		MEP		MC		MNC	
	T°C	UR%	T°C	UR%	T°C	UR%	T°C	UR%
Nov.	30,9°	75,75	30,0°	75,98	28,6°	74,01	31,4°	89,70
Dez.	32,3°	63,95	33,2°	84,08	35,5°	77,51	32,5°	81,74
Jan.	30,5°	74,82	30,5°	93,39	31,7°	82,08	30,4°	87,01
Média total:	31,2	71,5%	31,2	84,4%	31,9	77,8%	31,4°	86,1%

4.2 Degradação da ureia

Os resultados obtidos por meio do experimento comprovam o grau de fragilidade da ureia e suas perdas em relação ao tempo e local de armazenamento do mineral, dentro de tal abordagem, foram analisadas as perdas das características físico-químicas dos fertilizantes nitrogenados.

Conforme colocado anteriormente, a ureia segue padrões em sua fabricação, tais padrões são esperados pelos profissionais no momento em que ocorre a prescrição a dose para determinada lavoura ou cultura, uma vez preservada quando lançada ao solo haverá uniformidade de distribuição do nutriente no substrato.

3.4.7 Teor de Nitrogênio

Os teores de nitrogênio foram observados no momento de início do experimento e no término de cada mês, as amostras foram retiradas do conteúdo do meio da embalagem evitando a retirada dos grânulos mais próximos à válvula de fechamento da embalagem.

Desta maneira, foram observadas as seguintes variações quanto ao teor de nitrogênio dos grânulos, por meio da análise de nitrogênio total regulamentada por Mapa (2014), as análises foram realizadas em quadruplicata por um laboratório de água e alimentos, os resultados foram submetidos a análise de variância e teste de Tukey com 5% de probabilidade, deste modo foram observadas as seguintes variações separadamente entre os locais de armazenamento, sendo as médias mais altas para os tratamentos MEP e MC, tais locais tiveram as menores médias acumuladas de temperatura durante todo o tempo de observação, apenas o MEP teve uma maior média de umidade relativa do ar (Tabela 7). A média acumulada dos resultados para local e tempo e a dinâmica da ureia em relação ao tempo são apresentados na seguinte tabela:

Tabela 8: médias da análise de variância acumulada em função do local e do tempo de armazenamento.

Local	Teor de N.	
MEG	44,02 c	
MEP	43,61ab	
MC	43,22a	
MNC	44,07 c	
Tempo	% perdas	
Inicial	46,19 a	--
Novembro	45,37b	1,77%
Dezembro	41,94c	9,2%
Janeiro	41,42c	10,32%
Teste P	Probabilidade de P	
Local	0.0004	
Tempo	0.0000	
Local x tempo	0.0020	

Letras minúsculas iguais na COLUNA não diferem entre si a 5% de significância;

Quanto às perdas de nitrogênio é possível observar que as mesmas acontecem também em função do tempo de armazenamento, perdendo no mês de novembro em relação à observação inicial cerca de 1,77%, do primeiro para o segundo mês é possível observar que as perdas praticamente quadruplicam atingindo 9,2%

Nesse sentido, vale observar que o mês de dezembro é o mês em que há a maior média máxima de temperatura no interior dos ambientes (Tabela 7), no mês em que a ureia tem uma perda menor é o mês de janeiro, no qual a média de temperatura é a menor em todos os ambientes observados. Analisando ainda o valor de P é possível concluir que a interação entre local e tempo é estatisticamente significativa sendo ($P = 0.0020 < 0,05$).

Observando ainda a interação entre os tratamentos tempo e local é possível notara seguinte dinâmica nas perdas (Tabela 10)

Tabela 9: Desdobramento dos teores de nitrogênio tempo x local.

Tempo	Local			
	MEG	MEP	MC	MNC
Inicial	46,19 a A	46,19 a A	46,19 a A	46,19 a A
Novembro	44,93 a B	45,69 a B	45,19 a A	45,67 a A
Dezembro	42,75 a C	41,22 b D	41,05 b B	42,73 a B
Janeiro	42,20a D	41,33bc C	40,45 c B	41,71 b B
Perdas (%)	8,6%	10,5%	12,42%	9,6%

Letras maiúsculas iguais na COLUNA não diferem entre si, a 5% de significância. Letras minúsculas iguais na LINHA não diferem entre si a 5% de significância

Ao analisar as perdas acumuladas no desdobramento é possível observar então que o tratamento que mais perdeu nitrogênio na ureia foi o tratamento (MC), embora o ambiente seja igual estatisticamente ao ambiente (MEG), no entanto, esse ambiente possui certa diferença (Figura 18), pois o mesmo possui aberturas para a ventilação, o que possibilita a dissipação do calor. É possível dizer que tal fator possa ter contribuído para a diminuição das perdas observadas.

3.4.7 Densidade

A fabricação de fertilizantes segue padrões determinados por leis e normas regulamentadoras. Neste sentido, Feltran e Bancalião (2006) colocam que a qualidade dos fertilizantes é influenciada por suas características físicas, tal como a

densidade, o tamanho e a forma, pois esses são parâmetros de projeto do fertilizante que determinarão a quantidade de distribuição e, conseqüentemente, o desempenho no que diz a distribuição dos granulos pelo implemento que fará essa aplicação no solo.

As análises foram realizadas em quadruplicata, no início do experimento e no término de cada mês, posteriormente submetidas ao teste Tukey com 5% de probabilidade.

As amostras foram retiradas do centro das embalagens, como forma de garantir que as amostras correspondem ao conteúdo universal da embalagem, conforme recomendado por Carvalho (1995).

Desta forma, os resultados da pesquisa expressam as seguintes alterações no que diz respeito a densidade do fertilizante:

Tabela 10: Médias da análise de variância acumulada da densidade em função do local e do tempo de armazenamento.

Local	Densidade	Padrão
MEG	1,28 c	1,33 g/m ³
MEP	1,28 c	
MC	1,29 ab	
MNC	1,29 a	
Tempo	% perdas	
Inicial	1,32 a	--
Novembro	1,29 b	2,27%
Dezembro	1,28 c	0,77%
Janeiro	1,26 d	1,56%
Teste P	Probabilidade de P	
Locais (A)	0.0080	
Tempo (B)	0.0000	
A × B	0.3892	

Letras maiúsculas iguais na COLUNA não diferem entre si, a 5% de significância.

A variação entre os locais e tempo não foi significativa ($P = 0,3892 > 0,05$), ao analisar as médias é possível observar que a variação foi pequena, em relação ao

tempo a variação não foi significativa, porém ao analisar as médias do tratamento tempo, é possível notar uma variação de 4,5%. Entretanto no que diz respeito a interação entre os tratamentos local x tempo, foi observado as seguintes variações:

Tabela 11: Desdobramento da densidade entre os tratamentos tempo x local

Tempo	Local			
	MEG	MEP	MC	MNC
Inicial	1,32 ab A	1,31 a A	1,31 a A	1,33 c A
Novembro	1,29 a B	1,29 a B	1,29 a B	1,30 a B
Dezembro	1,28 a B	1,27 a C	1,28 a C	1,28 a C
Janeiro	1,26 a C	1,26 a D	1,26 a D	1,26 a D
Perdas (%)	4,5%	3,8%	3,8%	5,2%

Letras maiúsculas iguais na COLUNA não diferem entre si, a 5% de significância.
Letras minúsculas iguais na LINHA não diferem entre si a 5% de significância.

Fonte: elaborado pelo autor (2019)

Sobre a perspectiva da maior variação, o ambiente (MNC) perdeu o maior percentual de densidade quando analisado do início ao fim do experimento, ao passo que no intervalo entre o início até o fim do mês de dezembro, o ambiente tem o maior percentual de perda chegando até 3,75%, quando comparado aos demais, apesar disso, no mês de dezembro foi registrado a maior temperatura no ambiente (Tabela 7).

Do mesmo ponto de vista, ao se observar a variação entre o início e o mês de dezembro o tratamento (MEP), tem uma perda de 3,05%, a média de temperatura máxima foi de 33,2°C.

O ambiente (MEG) também demonstrou diminuição da densidade dos grânulos bem próximo ao tratamento (MNC), diferenciando cerca 0,07%, pois as médias de temperaturas máximas são bem próximas (32,3 e 32,5), respectivamente.

Entretanto, ao observar a maior média de temperatura no interior dos ambientes foi a que ocorreu no tratamento (MC) em dezembro, com uma média máxima 35,5°C. Contudo, no ambiente foi observada uma diminuição da densidade inferior em relação aos outros ambientes, o local diminuiu a densidade em 3,8%, muito embora o ambiente MC tenha registrado a maior média de temperaturas

máximas na (Figura 18) é possível observar que em grande parte do dia as temperaturas mantêm-se abaixo da faixa dos 25°C.

Com tal evidência não é possível afirmar que a temperatura acima dos 35,5 graus é o fator desencadeador da perda da densidade, possivelmente por dilatação uma vez que, o nitrogênio contido nos grânulos permanece em boa parte do tempo com temperaturas mais baixas. Embora alguns fabricantes relacionem que os nitrogenados devem ser armazenados em ambiente com temperatura controlada numa faixa de 0,5 até 30,0°C.

3.4.7 Peso

O variável peso pode ser considerado um indicativo de segregação, uma vez que os grânulos possuem uma massa e essa quando perdida indica um processo de perda de substâncias que deveriam se fazer presentes nos grânulos avaliados por toda a pesquisa.

No experimento foram armazenadas duas sacas de 50 kg, sendo uma para a retirada de amostras de acompanhamento mensal e outra que servirá de testemunha de todo o processo.

Os valores de peso relacionados nessa pesquisa, assim como as demais variáveis, foram medidos no início e ao término de cada mês, foram utilizados uma balança com precisão de três casas decimais a esquerda da vírgula.

Figura 19: sacas submetidas ao experimento de campo (50+50 kg)



Os resultados da perda de peso foram obtidos pela pesagem saca que permaneceu fechada durante todo o experimento, conforme(Tabela 12).

Tabela 12: Médias da análise de variância acumulada do peso em função do local e do tempo de armazenamento.

Local	PESO (g)	
MEG	49,509 d	
MEP	49,517 c	
MC	49,552 b	
MNC	49,585 a	
Tempo	Perdas (%)	
Inicial	50,199 a	--
Novembro	49,700 b	0,99%/mês
Dezembro	49,502 c	0,39%/mês
Janeiro	48,762 d	1,49%/mês
Teste P	Probabilidade de P	
Local	0.0000	
Tempo	0.0000	
Local x tempo	0.0000	

Letras minúsculas iguais na LINHA não diferem entre si a 5% de significância.

Na análise realizada é possível observar que o ambiente (MNC) obteve a menor perda do peso total, no entanto, no que diz respeito ao tempo é possível observar a variação do início ao término do experimento, 1,5 kg, sendo 2,98% do peso total da embalagem. Desse modo, pode-se observar também que em relação aos tratamentos não houve significância estatística. No entanto, as variações ocorreram (Tabela 13).

Tabela 13: Desdobramento do peso total entre local de armazenamento e tempo

Tempo	Local			
	MEG	MEP	MC	MNC
Inicial	50,197 a A	50,200 b A	50,200 bA	50,200 bA
Novembro	49,820 aB	49,640 c B	49,610 d B	49,730 b B
Dezembro	49,030 d C	49,640 b B	49,610 c B	49,730 a B
Janeiro	48,990 a D	48,590 d C	48,790 bC	48,680 c C
Perdas (%)	2,4%	3,20%	2,80%	1,03%

Letras maiúsculas iguais na COLUNA não diferem entre si, a 5% de significância.
Letras minúsculas iguais na LINHA não diferem entre si a 5% de significância.

Conforme a dinâmica da variação descrita acima é possível concluir que as maiores perdas acumuladas acontecem no ambiente (MEP), no qual é possível encontrar a maior média acumulada de umidade relativa do ar e a segunda maior média de temperatura para o mês de dezembro. Já no ambiente (MC) para o mês de dezembro é encontrada a maior média máxima de temperatura 35,5°C, porém o ambiente possui um percentual de perdas menor em relação aos demais. Nos tratamentos MEG, MC e MNC, nos meses de novembro e dezembro, as perdas foram iguais.

3.4.7 Teor de Umidade

O teor de umidade está diretamente relacionado à exposição da matéria prima a umidade relativa do ar, conforme analisado por Alcade *et al* (1992), a exposição em excesso da ureia a umidade poderá aumentar o peso dos granulos, no entanto, nessa pesquisa só foram observadas diminuições no peso, pois em boa

parte do tempo de experimento a umidade relativa do ar nos ambientes foi ligeiramente acima da umidade crítica (UC%), sendo exemplificadas pelos autores os seguintes valores de 70,4%, 80,5% e 77,8%.

As médias totais de umidades observadas nos ambientes foram: (MEG) 71,5%; (MEP) 84,4%; (MC) 77,86; (MNC) 86,1%.

Desta maneira os resultados obtidos por essa pesquisa estão assim sistematizados (Tabela 14)

Tabela 14: médias da análise de variância em função dos tratamentos.

Local	Umidade (%)
MEG	0,39bc
MEP	0,41ab
MC	0,38 c
MNC	0,41 a
Tempo	
Inicial	0,318 c
Novembro	0,475 b
Dezembro	0,281 d
Janeiro	0,533 a
Teste P	Probabilidade de P
Local	0.0023
Tempo	0.0000
Local x tempo	0.0000
CV (%)	6.59

Os ambientes que tiveram o maior valor de umidade absorvida nos grânulos da ureia foram os locais (MEP) e (MNC), sendo que nesses ambientes registraram as maiores médias acumuladas de umidade relativa do ar, sendo (MEP) 84,4%, (MNC) 86,1%.

A absorção de umidade do ar está de acordo com os percentuais colocados por Alcade *et al* (1992)(Figura 2). A minimização da absorção da umidade foi diminuída pela embalagem na qual os grânulos estavam armazenados.

Nesse sentido, os resultados confirmam que a ureia quando exposta aos teores de umidade crítica (UC%) absorve água contida dos núcleos higroscópicos do ar.No entanto, a estatística não acusou significância entre os locais ($p=0,05 > 0.0023$).

Outro fator observado durante o experimento é uma espécie de transpiração dos grânulos quando modificados de temperatura ambiente, aparentemente um processo de troca convectiva de temperatura, tal fator pode contribuir para a formação de cristais entre os grânulos, gerando assim, um possível empedramento.

Tabela 15: desdobramento da umidade em função do tempo e local

Tempo	Local			
	MEG	MEP	MC	MNC
Inicial	0,30 ab B	0,31 ab C	0,30 cC	0,35 a B
Novembro	0,48 b A	0,47 b B	0,40 c B	0,54 a A
Dezembro	0,25 b B	0,31 a C	0,31 a C	0,24 b C
Janeiro	0,52 a A	0,54 a A	0,52 a A	0,54 a A
Umidade absorvida	73,33%	74,19%	73,33%	54,28%

Letras maiúsculas iguais na COLUNA não diferem entre si, a 5% de significância.
Letras minúsculas iguais na LINHA não diferem entre si a 5% de significância.

Conforme descrito acima, é possível observar a variabilidade da umidade absorvida pelos grânulos, sendo as médias mais altas obtidas no último mês de experimento o maior percentual de admissão de umidade foi observado no tratamento (MEP), conforme era o esperado. Já os ambientes MEG, MNC por possuírem aberturas para ventilação e sistemas de fachadas propiciou-se um ambiente mais seco, do contrário a umidade se manteria alta como foi observado no tratamento (MEP).

3.4.7 Granulometria

Os resultados das análises de granulometria, assim como nas demais variáveis foram realizadas no início do experimento e no término de cada um dos meses de observação, as análises foram realizadas em quadruplicata e seus resultados submetidos a análise de variância e teste de Tukey com 5% de probabilidade.

Segundo Feltran e Brancalião (2006), quando a granulometria é alterada pela segregação dos grânulos, não é possível garantir que todas as parcelas do substrato serão contempladas pela dose do nutriente requerida. Esse fenômeno pode causar desuniforme a distribuição do nutriente.

Neste sentido, os resultados demonstram que o total de grânulos retidos nas peneiras com o passar dos meses sofrem uma diminuição. Apenas para a peneira 0,710mm o conteúdo retido sofre aumento de partículas residuais.

A princípio era esperado que o fertilizante sofresse o empedramento até o final do processo, porém o que foi observado foram um único empedramento e aglutinação dos grânulos mais próximos à válvula de fechamento das embalagens. Por esta razão serviu de barreira de proteção ao restante do conteúdo das embalagens.



Figura 20: Empedramento do fertilizante próximo à válvula de fechamento.

Fonte:elaborado pelo autor (2019).

Desta maneira foram observados os seguintes resultados, por se tratar da maior fração da quantidade de grânulos serão nesta pesquisa apresentados apenas as frações com as maiores quantidades retidas nas peneiras normatizadas. Sendo as malhas 4,00, 2,800, 2,000, 1,000 e 0,710mm.

Tabela 16: Médias da análise de variância em função dos tratamentos.

Local/peneiras(m	4,000	2,800	2,000	1,000	0,710
m)					
MEG	4,11 a	57,11 a	36,09 c	2,17 a	0,47 a
MEP	3,25 c	34,30 c	37,76 bc	1,70 b	0,33 b
MC	3,27 c	50,51 b	39,44 b	2,26 a	0,24 c
MNC	3,78 b	51,68 b	42,51 a	2,31 a	0,30 b
Tempo					
Inicial	3,72 a	49,41 a	41,47 a	2,17 a	0,34 c

Novembro	3,62ab	49,64 a	39,68 ab	2,13 a	0,34 bc
Dezembro	3,56bc	47,89 bc	37,90 bc	2,10 a	0,29 ab
Janeiro	3,52 c	46,67 c	37,82 c	2,04 a	0,37 a
Teste F	Probabilidade de F				
Local	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Tempo	0.0128	0.0000	0.0000	0.1266	0.0094
Local x tempo	1.0000	0.3118	0.9855	0.8942	0.0031
CV (%)	4.85	3.40	4.91	7.69	17.48

Letras maiúsculas iguais não diferem entre si, a 5% de significância.

Observando as diferenças entre as médias finais dos tratamentos, é possível observar a notória diminuição dos valores em função do tempo, não diminuição acontece na peneira com a malha 0,710 mm que reteve na maior parte das vezes resíduos do tipo pó.

Na maior parte do tempo nas peneiras que acumulam os maiores percentuais é observada uma diminuição dos percentuais acumulados no decorrer dos meses. Isso pode ser explicado pela diminuição do volume cúbico dos grânulos também observados na variável densidade.

Essa questão fica mais evidente ao analisar os se observar as modificações dos percentuais de grânulos separadamente para cada uma das peneiras, no entanto, os testes estatísticos não indicaram diferença significativa, apenas na peneira 0,710mm, na qual notou-se um aumento do resíduo acumulado partículas do tipo poeira.

Os resultados observados para as peneiras 4,000, 2,800 e 2,000 mm não demonstraram diferença estatística, porém ao observar os percentuais de perdas do início ao fim das observações, nota-se um ritmo parecido na diminuição.

Tabela 17: Percentuais de grânulos retidos na peneira de 4,00mm em função do local e do tempo.

Tempo	Local			
	MEG	MEP	MC	MNC
Inicial	4,25	3,35	3,40	3,90
Novembro	4,15	3,27	3,27	3,80
Dezembro	4,07	3,20	3,22	3,75

Janeiro	4,00	3,20	3,20	3,70
Perdas%	5,8%	4,5%	5,8%	5,1%

Ao verificar as reduções do percentual inicial até o percentual final é possível observar que há uma redução de superior a 6% em média dos percentuais do momento inicial até o final do experimento.

Tabela 18: Percentuais dos grânulos retidos na peneira de 2,800mm em função do local e do tempo.

Tempo	Local			
	MEG	MEP	MC	MNC
Inicial	56,79 a B	35,53 c A	52,22 b A	53,09 b A
Novembro	59,76 a A	34,63 c A	51,11 b B	53,05 b A
Dezembro	56,90 a B	33,89 c A	50,39 b B	50,38 b A
Janeiro	55,01 a C	33,17 c A	48,31 b C	50,20 b A
Perdas (%)	3,1%	2,36%	7,48%	5,4%

Letras maiúsculas iguais na COLUNA não diferem entre si, a 5% de significância.
Letras minúsculas iguais na LINHA não diferem entre si a 5% de significância.

As reduções observadas no peneiramento 2,800mm foram de maneira geral diferentes das reduções do peneiramento 4,000mm., esse detalhe pode demonstrar dinâmicas diferentes da segregação. Para os percentuais retidos no peneiramento 2,0mm não houve significância estatística, pois o valor de ($P = 0.9855 > 0,05$). Desse modo, não houve então interação entre os tratamentos.

Tabela 19: Desdobramento dos percentuais dos grânulos retidos na peneira de 2,000mm em função do local e do tempo.

Tempo	Local			
	MEG	MEP	MC	MNC
Inicial	38,76 c A	40,45 c A	42,05ab A	44,63 a A
Novembro	37,52 c A	38,12 c B	40,51ab B	42,56 a B
Dezembro	35,73 c A	36,76 c C	37,80 ab C	40,98 a C
Janeiro	36,42 b A	36,48 b C	37,48 b C	40,23 a B
Perdas(%)	7,8%	9,8%	7,5%	7,61%

As perdas dos grânulos acumulados nas peneiras 2,000mm possuem similaridades entre o tratamento (MEP) e (MC), pois variam a mesma quantidade em função do tempo.

Tabela 20: desdobramento dos percentuais dos grânulos retidos na peneira de 0,710mm em função do local e do tempo.

Tempo	Local			
	MEG	MEP	MC	MNC
Inicial	0,53 a B	0,30 b A	0,24 b A	0,31 b A
Novembro	0,51 a B	0,29 b A	0,24 b A	0,30 b A
Dezembro	0,35 aA	0,29ab A	0,23 c A	0,30 ab A
Janeiro	0,50 a B	0,44 a B	0,23 b A	0,29 b A

Letras maiúsculas iguais na COLUNA não diferem entre si, a 5% de significância.

Letras minúsculas iguais na LINHA não diferem entre si a 5% de significância.

Fonte: elaborado pelo autor (2019)

Para o conteúdo acumulado na peneira 0,710 notou-se um aumento na quantidade de resíduos em função do tempo. Possivelmente indicando um processo degradatório dos grânulos, pois o conteúdo retido tem um aspecto de cascas e poeira, em quantidades pequenas. Dessa forma, os resultados comprovam que a ureia sofre uma diminuição em sua área cúbica, comprometendo a uniformidade de distribuição, conforme tem relacionado pelos autores que também observam o tema.

5. CONCLUSÕES

Os tratamentos bioclimáticos nas edificações, tal como uso de mantas térmicas refletivas, uso de áticos com função de amortecer a condução térmica no interior das edificações foi capaz de reduzir em até 72% o aquecimento das edificações, as reduções só não foram maiores, pois quando as temperaturas diminuem no período noturno as edificações conservam calor em seu interior.

Foram identificadas perdas maiores de nitrogênio em ambientes com maiores temperaturas, as perdas podem chegar até 13,0%.

Concluiu-se também que a densidade foi diminuída em até 5,2% de sua densidade inicial.

O peso total do fertilizante na embalagem variou em média até 1,5%, também não foi identificado aumento em função da umidade relativa do ar.

Na granulometria não foi observado o empedramento dos grânulos do conteúdo interno das embalagens, apenas na região mais próxima a válvula de fechamento, porém os grânulos de 4,0mm tiveram uma diminuição de até 5,3% de sua quantidade total, já os grânulos de 2,800mm diminuíram em média 3,2%, a maior variação ocorreu nos grânulos de 2,000mm, os mesmos diminuíram até 8,1%. Também foi detectado aumento das partículas 0,710mm podendo ser um indicativo de segregação.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A., Ç. Y.; BOLES, M. A. **Termodinamica**. 7ª edição. ed. Porto Alegre- RS: AMGH editora LTDA., 2013.
- ALCADE, J. C.; A., G. J.; (2), L. A. S. Anda: Boletim Técnico n. 3. **Associação Nacional de Difusão de Adubos e Corretivos**, São Paulo, 1998. 35.
- ALCARDE, J. C. et al. Avaliação de higroscopicidade de fertilizantes e corretivos. **Scientia Agricola**., PIRACICABA-SP, 1992. 137 - 144.
- ALMEIDA, R. F.; SANCHES, B. C. Fertilizantes nitrogenados com liberação lenta e estabilizada na agricultura. **Revista Verde de Agroecologia e desenvolvimento sustentável (GVAA)** , Pombal - PB , Dezembro 2012.
- AMADO, T. J.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptado ao uso de coberturas do solo, sob sistemas de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciencia do Solo** , VIÇOSA, 2002. 241-248.
- ANDREASI, W. A. método para avaliação de conforto térmico em região de clima quente e umido do Brasil, **tese de doutorado** Florianópolis- SC, 2009.
- BONO, J. A. et al. Modo de aplicação de fertilizantes nitrogenados na qualidade fisiológica de sementes de milho. **revista agrarian**, Dourados - MT , dez 2008.
- BRASIL. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). Norma de desempenho térmico das edificações parte III: zoneamento bioclimático Brasileiro. **NBR15220-2**, Rio de Janeiro, setembro 2003. NORMA TÉCNICA.
- BRASIL. ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE DIFUSÃO DE ADUBOS (ANDA). **senso nacional de produção de adubos**. Brasília. 2017.
- BRASIL. ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE DIFUSÃO DE ADUBOS (ANDA). **Mercado de fertilizantes de 2018**., Brasília- DF, jan á jul/2018 2018. disponível em: <http://www.anda.org.br/estatistica/comentarios.pdf> acesso em: 27-08-2018..

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA (MAPA). **Senso do território agrícola**, Brasília - DF, 2017.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA (MAPA). **Manual de métodos analíticos oficiais para fertilizantes e corretivos**, Brasília, 2014. 227.

CANTARELLA, H. et al. Amonia volatilisation from urease inhibitor-treater applied to sugarcane trash blankets. **scientia agricola** , Piracicaba - SP , 65 , n. n.4 , jul/ago. 2008. 397 - 401.

CATANI, R. A.; ALCARDE, J. C.; R., F. P. determinação da ureia em fertilizantes, pelo método volumétrico da urease. **Anais da E.S.A."Luiz de queiroz"**, Piracicaba-SP, 1968. disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/aesalq/v25/05.pdf>(acesso em: 22-06 às 15:34).

CIVARDI, E. A. et al. Ureia de liberação lenta e ureia comum incorporada ao solo no rendimento do milho. **pesquisa agropecuária tropical** , goiania-GO , 41, jan/mar 2011. 52 - 59.

CORBELLA, Oscar ; SIMONS, Yannis . **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos**. Rio de Janeiro: Revan.

CUNHA, A. R.; VOLPE, C. A. Medidas Automatizadas de psicrometro de termopar aspirado versus não aspirado. **revista Brasileira de Meteorologia** , Botucatu - SP , 29, n. N.02 , 2014. 271 - 280.

EMBRAPA. Determinação de Nitrogenio em Fertilizantes Nitrogenados utilizando Dois Metodos , Rio de Janeiro , março 2013.

FELTRAN, J. C. C. J. C.; BRANCALIÃO, S. R.; VILLAS BOAS, R. L. Segregação física e química dos fertilizantes formulados. **Cientifica, Jaboticabal** , jaboticabal - SP , V.34 N. 2 2006. 188 -196.

FIDALSKI, J.; AULER, A. M. P. Adubação Nitrogenada e precipitação sobre a nutrição e produção da laranjeira 'Valencia'. **pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, 2007.

FRANZÃO, J. J. et al. Fertilizantes nitrogenados de eficiência aumentada e ureia na cultura do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande - PB., V. 18, n. N. 12, 18 Julho 2014. 1262- 1267.

FROTA, A. B. **Geometria da Insolação**. 1a edição. ed. São Paulo : Geros , 2004.

KITAMURA, M. Influencia dos niveis de Nitrogenio, fosforo, potássio e magnésio no desenvolvimento de seringueira jovem (havea brasiliensis. Muell. Argem solo serrado de Mato Grosso do Sul, lavras- MS, 1992.

MIKKELSEN, R. L.; SHAVIV, A. Controlled-release fertilizers to increase efficiency of nutrient use and minimize environmental degradation - a review. **Fertilizer research: klower academic publishers.** , North carolina State- USA , 1993.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamento de Metodologia Científica**. São Paulo: Atlas SA, 2003.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. SãoPaulo: PW Editores, 2014.

LARA CABEZAS, W. A. R.; KORNDORFER; S.A., M. Volatilização de N-NH₃ na cultura de milho: efeito da irrigação e substituição parcial da uréia por sulfato de amonio. **Revista Brasileira de Ciências do Solo, Viçosa** , Viçosa- MG, 21, agosto 1997. 481-487.

LONGO, R. M.; MELO, W. J. Atividade de urease em latossolos sob influência da cobertura vegetal e da época de amostragem. **Revista brasileira de Ciencia do Solo.**, viçosa - MG , n. 29 , Fevereiro 2005. 645 - 650.

LORENSINI, F. Adubação nitrogenada em videira: Perdas e mineralização de nitrogenio, Santa Maria- RS, Julho 2011. (dissertação de mestrado) acesso em 22-05-18 às 15:00 em: <http://w3.ufsm.br/ppgcs/images/Dissertacoes/FELIPE-LORENSINI.pdf>.

MARCONDES, A. L. P. Volatilização de amonia de adubos nitrogenados aplicados em superficie na cultura do milho em ambientes distintos, Mal. Candido Rondon, 2007. 65.

MIALHE, G. L.; MILAN, M.; GADANHA, J. C. D. **Máquinas Agrícolas: ensaios & certificações**. Piracicaba: [s.n.], 1996.

MICHELS, C. Analise das trasferencias de calor em coberturas com barreiras radiantes. **programa de pós graduação em Engenharia Civil**. , Florianopolis - SC , 2007. (dissertação de mestrado).

NETO, P. M. S. fertilizantes NPK e Suas origens, ART 037, 2010.

OKUMURA, R. S.; MARIANO, D. C. Aspectos agronomicos da Ureia tratada com inibidor de urease. **Revista Ambiencia**, Guarapuava- PR, 8, n. n.2, Maio/Ago. 2012. 403 - 414.

OLIVEIRA, R. F. M. et al. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa- MG, 2006. 797 - 803.

OSCAR, C.; CORBELLA; SIMOS, Y. Em Busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos, rio de janeiro, 2003. 303.

PEREIRA, C. D.; ENEDIR, G.; GÜTHS, S. **Comparação do desempenho térmico nos revestimento brancos**. XII Encontro nacional e VII latinoamericano do ambiente construido ENCAC/ELACAC. BRASILIA: [s.n.]. 2013.

RASHWAN, A.; FARAG, O.; WAEL, S. M. Energy performance analysis of integrating buildings envelopes with nano materials. **International Journal of sustainable built environment** , Manssoura - egipty , dez. 2013. 209 - 223.

ROJAS, C. A. L. et al. volatilização de amonia da ureia alterada por sistemas de preparo de solo e plantas de coberturas invernais no centro-sul do Paraná. **Revista Brasileira de Ciencia do Solo** , Viçosa- MG , 2012. 261 - 270.

SANGOI, L. et al. Lixiviação de nitrogênio afetada pela forma de aplicação da uréia e manejo dos restos culturais de aveia em dois solos com texturas contrastantes. **Ciência Rural** , Santa Maria - RS, 33 , Jan - Fev. 2003.

SANTOS, J. H. T. S.; TINOCO, I. F. F.; COSTA, C. A. Avaliação do sistema de ventilação em terminações de suínos para as condições do centro oeste Brasileiro. **REVENG**, VIÇOSA- MG, V. 20, n. N. 3, 20 MAIO/JUNHO 2012. 201-209.

SBCI. Manual de adubação e calagem: núcleo regional sul, Porto Alegre, Dezembro 2004. 400.

SILVA, D. R. G.; LOPES, A. S. Principios basicos para formulação e mistura de fertilizantes (boletim fertilizantes). **UFLA** , lavras- MG , 2011. Disponível em: http://www.dpv24.iciag.ufu.br/new/dpv24/Apostilas/10%20-%20Boletim_Fertilizantes.pdf(acesso em 26-06-2018).

SORGATO, M. J.; VERSAGE, R.; LAMBERTS, R. Sombrear ou não sombrear janelas. **nota técnica n. 02/2011**, Brasilia - DF, 2011.

STAFANATO, J. B. et al. Volatilização de amonia oriunda de uréia com micronutrientes em ambiente controlado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa - MG, 37, 2013. 726 - 732.

TASCA, F. A. et al. Volatilização de amonia do Solo após aplicação de ureia convencional ou com inibidor de urease. **Revista Brasileira de Ciencia do Solo** , VIÇOSA, V.35, 2011. 493-502.

TRIVELIN, O. P. C.; VITTI, A. C. nitrogen utilization and sugar-cane(plant - cane) yield one sandy soil with incorpored crop residues. **Revista Brasileira de Ciencia do Solo** , 2002.

TRIVELIN, P. C. O. et al. Perda de Nitrogenio pela parte aerea de Plantas de Trigo. **Ciencia Rural, Santa Maria**, Santa Maria - RS, v.36, n. n.4, Jul-Ago. 2006. 1106 - 1111.

VITTI, G. C. et al. Influencia da mistura de sulfato de amônio com uréia sobre a volatilização de nitrogenia amoniaca. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa - Mg , 26., 2002. 663 - 671.

