



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA - UFRA**

**EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA**

**DOUTORADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS**



**EDWANA MARA MOREIRA MONTEIRO**

**RESÍDUO DA INDÚSTRIA SIDERÚRGICA (PÓ DE BALÃO) NA OTIMIZAÇÃO DA  
PRODUTIVIDADE E DAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICO - BROMATOLÓGICAS  
DE *Panicum maximum* cv. Mombaça E *Brachiaria humidicola***

**Belém**

**2011**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA - UFRA

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA

DOUTORADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS



**EDWANA MARA MOREIRA MONTEIRO**

**RESÍDUO DA INDÚSTRIA SIDERÚRGICA (PÓ DE BALÃO) NA OTIMIZAÇÃO DA  
PRODUTIVIDADE E DAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICO - BROMATOLÓGICAS  
DE *Panicum maximum* cv. Mombaça E *Brachiaria humidicola***

Tese apresentada a Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Doutorado em Ciências Agrárias: área de concentração Agroecossistemas da Amazônia, para obtenção do título de Doutor.

**Orientador:** Prof. Dr. José de Brito Lourenço Júnior  
**Co-Orientador:** Dr. Edilson Carvalho Brasil

**Belém**

**2011**

---

Monteiro, Edwana Mara Moreira

Resíduo da indústria siderúrgica (pó de balão) na otimização da produtividade e das características químico - bromatológicas de *Panicum maximum* cv. Mombaça e *Brachiaria humidicola*/ Edwana Mara Moreira Monteiro. - Belém, 2011.

148 f.:il.

Tese (Doutorado em Ciências Agrárias/Agroecossistemas da Amazônia) - Universidade Federal Rural da Amazônia/Embrapa Amazônia Oriental, 2011.

1. Fertilizante orgânico 2. Resíduo siderúrgico – análise química 2. Análise bromatológica 3. *Brachiaria humidicola* 4. *Panicum maximum* 5. Metais pesados I. Título.

CDD: 634.86

---



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA - UFRA

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA

DOUTORADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS



**EDWANA MARA MOREIRA MONTEIRO**

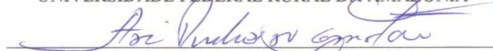
**RESÍDUO DA INDÚSTRIA SIDERÚRGICA (PÓ DE BALÃO) NA OTIMIZAÇÃO DA  
PRODUTIVIDADE E DAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICO - BROMATOLÓGICAS  
DE *Panicum maximum* cv. *Mombaça* E *Brachiaria humidicola***


Tese apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Doutorado em Ciências Agrárias: área de concentração Agroecossistemas da Amazônia, para obtenção do título de Doutor.

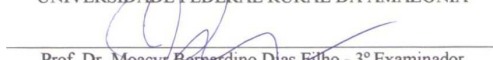
Aprovado em fevereiro 2011.

**BANCA EXAMINADORA**

  
Prof. Dr. José de Brito Lourenço Júnior - Orientador  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

  
Prof. Dr. Ari Pinheiro Camarão - 1º Examinador  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

  
Prof. Dr. Ismael de Jesus de Matos Viégas - 2º Examinador  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

  
Prof. Dr. Moacyr Bernardino Dias Filho - 3º Examinador  
EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL

  
Prof. Dr. Felipe Nogueira Domingues - 4º Examinador  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

## Ofereço

*A Deus*

*Por permitir-me nascer e manter-me viva para servi-Lo, por dotar-me de inteligência, para vencer todas as etapas da minha vida, da minha formação profissional e cultural, e de minhas atividades acadêmicas.*

*A Ele a honra, a Ele a glória, a Ele o louvor.*

## Dedico

*Ao meu filho Giovanni*

*Soldado forte e destemido, que ao meu lado venceu com bravura cada uma das batalhas que travamos para chegar até aqui! Ao meu amado filho, genitor dos meus sonhos e força das minhas realizações.*

*Aos meus pais*

*Por terem sido os primeiros a acreditarem sempre no meu potencial. Por terem estado ao meu lado nos momentos mais difíceis de minha vida. Por serem minha força e meu alicerce e por me mostrarem que com amor de Deus somos mais fortes.*

*Aos meus irmãos*

*Pela paciência e por colaborarem comigo em vários momentos dessa jornada maravilhosa.*

*A minha Tia Clévia e Vó Dulce*

*Por todo apoio incondicional a mim concedido.*

*A minha Vó Elza, Tio Waldomiro e por todos meus familiares*

*Pelo carinho e incentivo de sempre.*

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. José de Brito Lourenço Júnior, por ter acreditado desde o princípio que este trabalho seria possível, por ter confiado em mim e permitido que eu trilhasse os caminhos corretos para conquista profissional. A ele agradeço, também, pela amizade estabelecida nesses oito anos de convivência, pelos conselhos, pelas longas conversas e pelo exemplo de retidão profissional e pessoal. O meu, MUITO OBRIGADA!

Ao Dr. Edilson Carvalho Brasil, por aceitar ser meu co-orientador, pelos seus conhecimentos, observações, ensinamentos, orientações e contribuições, para que este trabalho alcançasse os seus objetivos propostos.

À Universidade Federal Rural da Amazônia por ter me dado a oportunidade em realizar o meu tão sonhado objetivo, obtenção do grau de doutora.

À Embrapa Amazônia Oriental por ter concedido as instalações (casa de vegetação), laboratórios, todo apoio de logística para conduzir e realizar os experimentos de tese.

À Coordenação do Curso de Doutorado em Ciências Agrárias da Universidade Federal Rural da Amazônia, na pessoa do seu coordenador Prof. Dr. Roberto Cezar Lobo da Costa.

Ao CNPq por conceder-me bolsa de estudo, com o fim de viabilizar a realização do meu projeto de doutorado.

Ao Prof. Dr. Ari Pinheiro Camarão, pela sua participação como membro das Bancas de Qualificação e Defesa da Tese de Doutorado, pelos seus conhecimentos, observações e contribuições, para que este trabalho alcançasse os seus objetivos propostos.

Ao Prof. Dr. Ismael de Jesus de Matos Viégas, pela sua participação como membro das Bancas de Qualificação e Defesa da Tese de Doutorado e esclarecimentos, para melhoria do contexto geral do tema estudado, e pelas suas sugestões e contribuições.

Ao Pesquisador PhD. Moacyr Bernardino Dias Filho, pela participação nas Bancas de Qualificação e Defesa da Tese de Doutorado, pelos seus conhecimentos, observações e contribuições textuais e críticas positivas, para melhoria do atual estudo.

Ao Prof. Dr. Felipe Nogueira Domingues, pela participação como membro da Banca de Defesa da Tese de Doutorado, contribuição, sugestões e melhoria do atual trabalho.

Ao Dr. Raimundo Parente de Oliveira por toda colaboração nas análises estatísticas, foi incansável no desdobramento de todas as interações, muito obrigada!

Ao proprietário da Fazenda Monte Castelo, Castanhal/PA, Norton Amador da Costa, por ter concedido as áreas para implantação do experimento de campo.

A minha estagiária, Cristiane Barros de Oliveira, meu singular e especial agradecimento, por permitir-me atender todas as obrigações com o trabalho de pesquisa, na coleta de dados na fazenda e casa de vegetação, moagem das amostras, análises laboratoriais, tabulação de dados, pela sua paciência e dedicação em ajudar-me, obrigado, muito obrigado, obrigadíssimo.

Aos graduandos de agronomia da UFRA, Edwin Almeida Assunção e Érica de Jesus Fernandes e a engenheira ambiental, Vanessa Thaís pelas suas contribuições, nas fases experimentais, de campo e análises laboratoriais.

Ao meu amigo e doutorando Emerson Vinícius Silva do Nascimento pelo apoio em todas as fases experimentais.

A todos os funcionários do Departamento de Solos da Embrapa Amazônia Oriental, em especial à Maria José de Oliveira, Éden Pereira Ferro e o coordenador Orivan Maria Marques Texeira, pela ajuda constante.

A todos os funcionários da Fazenda Monte Castelo, Castanhal/PA, por todas as contribuições, nos momentos mais difíceis de minha tese, por ocasião da implantação do experimento, coleta das amostras de solo e forragem....

Ao funcionário José Ricardo Oliveira e Silva do Laboratório de Nutrição Animal (LANA/ISPA/UFRA), pelo apoio nas análises laboratoriais.

À secretária do Curso de Doutorado em Ciências Agrárias da Universidade Federal Rural da Amazônia, Shirley Costa Barros, pelo apoio constante.

Aos colegas de doutorado, turma de 2008 da UFRA, pelo convívio e realizações nas árduas atividades das disciplinas cursadas.

Aos Professores do Curso de Pós-graduação em Ciências Agrárias/UFRA, pela realização das disciplinas, que contribuíram para a minha formação no doutorado.

A todas as pessoas que de alguma forma fizeram parte dessa história, que incentivaram e acreditaram.

*"Não basta a leitura sem unção, não basta a especulação sem a devoção, não basta a pesquisa sem maravilhar-se; não basta a circunspeção sem o júbilo, o trabalho sem a piedade, a ciência sem a caridade, a inteligência sem a humildade, o estudo sem a graça".  
(São Boaventura - 1217-1274)*



## **BIOGRAFIA**

EDWANA MARA MOREIRA MONTEIRO – filha de Edwaldo Lobo Monteiro e Ana Maria Moreira Monteiro - nasceu em 29 de junho de 1982, em Belém, Pará. Em maio de 2005 graduou-se em Zootecnia, pela atual Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA. Foi bolsista do programa PIBIC/CNPq, entre 2002 e 2005. Em março de 2006 ingressou no curso de Mestrado em Ciência Animal, da Universidade Federal do Pará/Embrapa Amazônia Oriental/UFRA, tornando-se bolsista CAPES e defesa da dissertação em dezembro de 2007. Em março de 2008 ingressou no Curso de Doutorado em Ciências Agrárias, da Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, na Área de Concentração em Agroecossistemas da Amazônia.

# RESÍDUO DA INDÚSTRIA SIDERÚRGICA (PÓ DE BALÃO) NA OTIMIZAÇÃO DA PRODUTIVIDADE E DAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICO - BROMATOLÓGICAS

DE *Panicum maximum* cv. Mombaça E *Brachiaria humidicola*

**RESUMO** - A pesquisa teve por objetivo avaliar a massa de forragem e composição químico-bromatológica de Mombaça (*Panicum maximum*) e quicuío-da-amazônia (*Brachiaria humidicola*), adubadas com pó de balão combinado com nitrogênio e fósforo. **No campo**, o delineamento experimental para produção de massa de forragem e minerais foi blocos casualizados, com três repetições e tratamentos arranjados em fatorial, nas parcelas combinadas, com três níveis de cada resíduo orgânico (pó de balão: 5 t/ha - PDB5, 10 t/ha - PDB10 e 20 t/ha - PDB20; e cama de aviário: 2 t/ha - CA2, 4 t/ha - CA4 e 8 t/ha - CA8), com quatro doses de fósforo (0, 150, 300 e 450 kg/ha de  $P_2O_5$ ), as parcelas foram avaliadas em quatro períodos de avaliação (1º, 2º, 3º e 4º), considerados, como subparcelas. Para composição bromatológica foi usado blocos casualizados, com duas repetições e parcela subdividida no tempo. Os fatores estudados foram: dois resíduos orgânicos (pó de balão: 5 t/ha - PDB5 e 20 t/ha - PDB20; e cama de aviário: 2 t/ha - CA2 e 8 t/ha - CA8), em combinação com duas doses de fósforo (150 e 450 kg/ha de  $P_2O_5$ ), e quatro períodos de avaliação (1º, 2º, 3º e 4º), como subparcelas. Em cada período de avaliação, a forragem coletada foi dividida em duas partes (caule e folha). **Na casa de vegetação**, o delineamento experimental para produção de massa de forragem e composição químico-bromatológica foi blocos casualizados. Os fatores estudados foram: dois resíduos orgânicos, cama de aviário (4 g/dm<sup>3</sup>) e pó de balão (10 g/dm<sup>3</sup>), quatro níveis de N (0, 50, 100, 200 mg/dm<sup>3</sup>) e quatro de  $P_2O_5$  (0, 100, 200, 300 mg/dm<sup>3</sup>). O uso do resíduo orgânico pó de balão aumenta a produção da massa de forragem de *Panicum maximum* cv. Mombaça e *Brachiaria humidicola* (quicuío-da-amazônia). A aplicação do PDB ao solo da pastagem altera algumas características bromatológicas dos capins mombaça e quicuío-da-amazônia, dentre elas, aumenta teores de PB e de MO e diminui os teores de FDA e seus constituintes fibrosos. Em decorrência da presença de metais pesados na composição do PDB, o risco de contaminação do solo, da forragem e, conseqüentemente, da cadeia alimentar pode limitar seu uso agrícola como adubo orgânico em pastagens. Dessa forma, estudos complementares devem ser desenvolvidos para avaliar esse risco.

**Palavras-chave:** Fertilizante orgânico, Adubação de pastagem, Metais pesados, Minerais, Valor nutritivo, Siderurgia.

## SIDERURGIC INDUSTRY WASTE (PÓ DE BALÃO) IN PRODUCTIVITY AND CHEMICAL-BROMATOLOGIC CHARACTERISTICS OPTIMIZATION OF

*Panicum maximum* cv. Mombaça AND *Brachiaria humidicola*

**ABSTRACT** - The objective of the research was to evaluate the production of forage mass and chemical-bromatologic composition of the Mombaça (*Panicum maximum*) and quicuido-da-amazônia (*Brachiaria humidicola*), fertilized with organic wastes deriving of the siderurgic industry (pó de balão). In the field, a complete randomized block design for production of forage mass and nutrients with three repetitions and treatments arranged in factorial in the plots combined with three levels of each organic waste (pó de balão: 5 t/ha - PDB5, 10 t/ha - PDB10, 20 t/ha - PDB20 and poultry litter: 2 t/ha - CA2, 4 t/ha - CA4, 8 t/ha - CA8) with four doses of phosphorus (0, 150, 300 and 450 kg/ha of  $P_2O_5$ ), the plots had been evaluated in four periods of evaluation (1<sup>th</sup>, 2<sup>th</sup>, 3<sup>th</sup> and 4<sup>th</sup>) considered as split-plots. For bromatologic composition, it was complete randomized block design with two repetitions and split-plots in the time. The studied factors had been: two organic wastes (pó de balão: 5 t/ha - PDB5 and 20 t/ha - PDB20 and poultry litter: 2 t/ha - CA2 and 8 t/ha - CA8) in combination with two doses of phosphorus (150 and 450 kg/ha of  $P_2O_5$ ), and four periods of evaluation (1<sup>o</sup>, 2<sup>o</sup>, 3<sup>o</sup> and 4<sup>o</sup>) as split-plots. In each period of evaluation, the collected forage was divided in two parts (stem and leaf). In the greenhouse, for production of forage mass and chemical-bromatologic, the complete randomized block design. The studied factors were: two organic wastes, poultry litter (4 g/dm<sup>3</sup>) and “pó de balão” (10 g/dm<sup>3</sup>), four levels of N (0, 50, 100, 200 mg/dm<sup>3</sup>) and four of  $P_2O_5$  (0, 100, 200, 300 mg/dm<sup>3</sup>). The use of organic waste “pó de balão” increases the production of forage mass of *Panicum maximum* cv. Mombaça and *Brachiaria humidicola* (quicuido-da-amazônia). The application of the PDB to the soil of pasture change certain qualitative characteristics of Mombaça and quicuido-da-amazônia, among them, increasing contents of CP and OM and decreases the levels of ADF and its fibrous constituents. Due to the presence of heavy metals in the composition of the PDB, the risk of contamination of soil, forage, and consequently the food chain can limit their agricultural use as organic fertilizer in pastures. Thus, further studies are needed to assess this risk.

**Key-words:** Metals heavy, Minerals, Nutritive value, Organic fertilizer, Pasture fertilization, Siderurgy.

## LISTA DE TABELAS

|                  |  | Página |
|------------------|--|--------|
| <b>Tabela 1</b>  | Características químicas e físicas de Latossolo Amarelo distrófico, textura média, coletada na camada de 0 a 20 cm, em área de pastagem estabelecida com <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça, em Castanhal, Pará. | 42     |
| <b>Tabela 2</b>  | Teores dos metais pesados (mg/kg) na gramínea Mombaça ( <i>Panicum maximum</i> ) e solo, adubados com resíduos orgânicos, pó de balão e cama de aviário.   | 43     |
| <b>Tabela 3</b>  | Análise química (%) dos resíduos orgânicos utilizados.   | 44     |
| <b>Tabela 4</b>  | Atributos químicos do solo antes e após a aplicação dos resíduos orgânicos e fósforo em um Latossolo Amarelo distrófico, textura média, em Castanhal, Pará.  | 47     |
| <b>Tabela 5</b>  | Massa de forragem (kg/ha) de <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça, em função da interação, período de avaliação vs. resíduo orgânico, em Castanhal, Pará.  | 48     |
| <b>Tabela 6</b>  | Teor médio de Mg (g/kg) na matéria seca de <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça, em função da interação, período de avaliação vs. resíduo orgânico, em Castanhal, Pará.  | 52     |
| <b>Tabela 7</b>  | Teor médio de Cu (mg/kg) na matéria seca de <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça, em função da interação, períodos de avaliação vs. nível do resíduo orgânico, em Castanhal, Pará.                                 | 53     |
| <b>Tabela 8</b>  | Teor médio de Mn (mg/kg) na matéria seca de <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça, em função da interação, períodos de avaliação vs. resíduo orgânico, em Castanhal, Pará.  | 53     |
| <b>Tabela 9</b>  | Teor médio de Fe (mg/kg) na matéria seca de <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça, em função da interação, períodos de avaliação vs. resíduo orgânico, em Castanhal, Pará.  | 54     |
| <b>Tabela 10</b> | Teor médio de Zn (mg/kg) na matéria seca de <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça, em função da interação, períodos de avaliação vs. resíduo orgânico, em Castanhal, Pará.  | 55     |
| <b>Tabela 11</b> | Teor médio de MS (%) de <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça, em função da interação, período de avaliação vs. resíduo orgânico, em Castanhal, Pará.   | 56     |
| <b>Tabela 12</b> | Teor médio de MS (%) de <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça, em função da interação, parte da planta vs. período de avaliação, em Castanhal, Pará.  | 56     |
| <b>Tabela 13</b> | Teor médio de MO (% na MS) de <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça em função da interação, parte da planta vs. período de avaliação, em Castanhal, Pará.   | 57     |
| <b>Tabela 14</b> | Teor médio de CNZ (% na MS) de <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça, em função da interação, período de avaliação vs. parte da planta, em Castanhal, Pará.   | 57     |
| <b>Tabela 15</b> | Teor médio de PB (% na MS) de <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça, em função da interação, período de avaliação vs. nível do resíduo orgânico, em Castanhal, Pará.  | 58     |
| <b>Tabela 16</b> | Teor médio de PB (% na MS) de <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça, em função da interação, parte da planta vs. período de avaliação vs. resíduo orgânico, em Castanhal, Pará.                                     | 59     |

|                  |   |            |
|------------------|---|------------|
| <b>Tabela 17</b> | Teor médio de FDA (% na MS) de <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça, em função da interação, período de avaliação vs. resíduo orgânico, em Castanhal, Pará.   | <b>60</b>  |
| <b>Tabela 18</b> | Teor médio de FDA (% na MS) de <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça, em função da interação, parte da planta vs. resíduo orgânico, em Castanhal, Pará.  | <b>60</b>  |
| <b>Tabela 19</b> | Teor médio de lignina (% na MS) de <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça em função da interação, período de avaliação vs. dose de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> vs. resíduo orgânico, em Castanhal, Pará.      | <b>61</b>  |
| <b>Tabela 20</b> | Teor médio de lignina (% na MS) de <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça, em função da interação, parte da planta vs. dose de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , em Castanhal, Pará.                              | <b>62</b>  |
| <b>Tabela 21</b> | Teor médio de celulose (% na MS) de <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça, em função da interação, período de avaliação vs. nível do resíduo, em Castanhal, Pará.  | <b>62</b>  |
| <b>Tabela 22</b> | Teor médio de hemicelulose (% na MS) de <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça, em função da interação, dose de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> vs. nível do resíduo, em Castanhal, Pará.                         | <b>63</b>  |
| <b>Tabela 23</b> | Teor médio de hemicelulose (% na MS) de <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça, em função da interação, período de avaliação vs. resíduo orgânico, em Castanhal, Pará.  | <b>63</b>  |
| <b>Tabela 24</b> | Características químicas e físicas do Latossolo Amarelo distrófico, textura média, coletado na camada de 0 a 20 cm, em Belém, Pará.   | <b>73</b>  |
| <b>Tabela 25</b> | Análise química (%) dos resíduos orgânicos utilizados.  | <b>75</b>  |
| <b>Tabela 26</b> | Atributos químicos do Latossolo Amarelo distrófico textura média, após a aplicação de calcário, resíduos orgânicos, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> e nitrogênio, em Belém, Pará.                             | <b>78</b>  |
| <b>Tabela 27</b> | Características químicas e físicas do Latossolo Amarelo distrófico, textura média, coletada na camada de 0 a 20 cm, em área de pastagem estabelecida com <i>Brachiaria humidicola</i> , em Castanhal, Pará. | <b>100</b> |
| <b>Tabela 28</b> | Teores dos metais pesados (mg/kg) na forrageira <i>Brachiaria humidicola</i> e solo adubados com resíduos orgânicos, pó de balão e cama de aviário.   | <b>101</b> |
| <b>Tabela 29</b> | Análise química (%) dos resíduos orgânicos utilizados.  | <b>102</b> |
| <b>Tabela 30</b> | Atributos químicos do Latossolo Amarelo Distrófico, textura média, antes e após a aplicação dos resíduos orgânicos e doses de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , em Castanhal, Pará.                           | <b>105</b> |
| <b>Tabela 31</b> | Massa de forragem (kg/ha) de <i>Brachiaria humidicola</i> , em função da interação, resíduo orgânico vs. período de avaliação, em Castanhal, Pará.  | <b>106</b> |
| <b>Tabela 32</b> | Teor médio de N (g/kg) na matéria seca de <i>Brachiaria humidicola</i> , em função da interação, período de avaliação vs. resíduo orgânico, em Castanhal, Pará.   | <b>107</b> |
| <b>Tabela 33</b> | Teor médio de Mg (g/kg) na matéria seca de <i>Brachiaria humidicola</i> , em função da interação, níveis dos resíduos orgânicos vs. período de avaliação, em Castanhal, Pará.                               | <b>110</b> |
| <b>Tabela 34</b> | Teor médio de Cu (mg/kg) na matéria seca da parte aérea de <i>Brachiaria humidicola</i> , em função da interação, período de avaliação vs. resíduo orgânico, em Castanhal, Pará.                            | <b>111</b> |
| <b>Tabela 35</b> | Teor médio de Fe (mg/kg) na matéria seca da parte aérea de <i>Brachiaria</i>  | <b>112</b> |

|                  |   |            |
|------------------|---|------------|
|                  | <i>humidicola</i> , em função da interação, período de avaliação vs. resíduo orgânico, em Castanhal, Pará.  |            |
| <b>Tabela 36</b> | Teor médio de MS (%) na <i>Brachiaria humidicola</i> , em função da interação, parte da planta vs. dose de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> vs. nível do resíduo orgânico, em Castanhal, Pará.           | <b>114</b> |
| <b>Tabela 37</b> | Teor médio de MS (%) na <i>Brachiaria humidicola</i> em função da interação, parte da planta vs. período de avaliação em Castanhal, Pará.   | <b>114</b> |
| <b>Tabela 38</b> | Teor médio de PB (% na MS) na <i>Brachiaria humidicola</i> , em função da interação, parte da planta vs. período de avaliação, em Castanhal, Pará.  | <b>116</b> |
| <b>Tabela 39</b> | Teor médio de FDN (% na MS) na <i>Brachiaria humidicola</i> , em função da interação, período de avaliação vs. resíduo orgânico, em Castanhal, Pará.  | <b>116</b> |
| <b>Tabela 40</b> | Teor médio de FDA (% na MS) na <i>Brachiaria humidicola</i> , em função da interação, parte da planta vs. nível do resíduo orgânico, em Castanhal, Pará.  | <b>117</b> |
| <b>Tabela 41</b> | Teor médio de lignina (% na MS) na <i>Brachiaria humidicola</i> , em função da interação, período de avaliação vs. dose de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , em Castanhal, Pará.                        | <b>118</b> |
| <b>Tabela 42</b> | Teor médio de lignina (% na MS) na <i>Brachiaria humidicola</i> em função da interação, parte da planta vs. período de avaliação em Castanhal, Pará.  | <b>118</b> |
| <b>Tabela 43</b> | Teor médio de celulose (% na MS) na <i>Brachiaria humidicola</i> , em função da interação, período de avaliação vs. nível do resíduo orgânico, em Castanhal, Pará.                                    | <b>119</b> |
| <b>Tabela 44</b> | Teor médio de celulose (% na MS) na <i>Brachiaria humidicola</i> , em função da interação, parte da planta vs. período de avaliação vs. resíduo orgânico, em Castanhal, Pará.                         | <b>119</b> |
| <b>Tabela 45</b> | Teor médio de hemicelulose (% na MS) na <i>Brachiaria humidicola</i> , em função da interação, parte da planta vs. período de avaliação vs. resíduo orgânico, em Castanhal, Pará.                     | <b>120</b> |
| <b>Tabela 46</b> | Características químicas e físicas do Latossolo Amarelo distrófico, textura média, coletado na camada de 0 a 20 cm, em Belém, Pará.   | <b>130</b> |
| <b>Tabela 47</b> | Análise química (%) dos resíduos orgânicos utilizados.  | <b>131</b> |
| <b>Tabela 48</b> | Atributos químicos do Latossolo Amarelo distrófico, textura média, antes e após a aplicação dos resíduos orgânicos, doses de nitrogênio e doses de fósforo, em Belém, Pará.                           | <b>134</b> |
| <b>Tabela 49</b> | Teor médio de Mn (mg/kg) na matéria seca de <i>Brachiaria humidicola</i> , em função da interação, dose de nitrogênio vs. dose de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> vs. resíduo orgânico, em Belém, Pará. | <b>137</b> |

## LISTA DE FIGURAS

|                  |  | Página |
|------------------|--|--------|
| <b>Figura 1</b>  | Esquema de alto forno e coletor de pó de balão (Fonte: OLIVEIRA e MARTINS, 2003) e Resíduo no pátio da siderurgia (Fonte: SINOBRAS - Siderúrgica Norte Brasil S.A.).                   | 26     |
| <b>Figura 2</b>  | Médias mensais da temperatura do ar, no período experimental. Fonte: INMET/2º DISME, Castanhal, Pará.  | 41     |
| <b>Figura 3</b>  | Médias mensais da umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica, no período experimental. Fonte: INMET/2º DISME, Castanhal, Pará.  | 41     |
| <b>Figura 4</b>  | Teor médio de N (g/kg) na matéria seca de <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça, nos períodos de avaliação, em Castanhal, Pará.   | 49     |
| <b>Figura 5</b>  | Teor médio de P (g/kg) na matéria seca de <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça, em função dos níveis dos resíduos orgânicos, em Castanhal, Pará.   | 50     |
| <b>Figura 6</b>  | Teor médio de P (g/kg) na matéria seca de <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça, nos períodos de avaliação, em Castanhal, Pará.   | 50     |
| <b>Figura 7</b>  | Teor médio de K (g/kg) na matéria seca da parte aérea de <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça, nos períodos de avaliação, em Castanhal, Pará.  | 51     |
| <b>Figura 8</b>  | Teor médio de Ca (g/kg) na matéria seca de <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça, em função dos níveis dos resíduos orgânicos utilizados, em Castanhal, Pará.                             | 52     |
| <b>Figura 9</b>  | Teor médio de FDN (% na MS) de <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça, em função dos períodos de avaliação, em Castanhal, Pará.  | 59     |
| <b>Figura 10</b> | Massa de forragem (g/vaso) de <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça, em função das doses de nitrogênio, em Belém, Pará.   | 80     |
| <b>Figura 11</b> | Teor médio de N (g/kg) na matéria seca de <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça, em função da interação, resíduo orgânico vs. dose de nitrogênio, em Belém, Pará.                         | 81     |
| <b>Figura 12</b> | Teor médio de P (g/kg) na matéria seca de <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça, em função da interação, resíduo orgânico vs. dose de nitrogênio, em Belém, Pará.                         | 81     |
| <b>Figura 13</b> | Teor médio de K (g/kg) na matéria seca de <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça, em função da interação, resíduo orgânico vs. dose de nitrogênio, em Belém, Pará.                         | 82     |
| <b>Figura 14</b> | Teor médio de Cu (mg/kg) na matéria seca de <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça, em função da interação, dose de nitrogênio vs. dose de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , em Belém, Pará. | 83     |
| <b>Figura 15</b> | Teor médio de Mn (mg/kg) na matéria seca de <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça, em função da interação, resíduo orgânico vs. dose de nitrogênio, em Belém, Pará.                       | 83     |
| <b>Figura 16</b> | Teor médio de Zn (mg/kg) na matéria seca de <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça, submetido a diferentes doses de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , em Belém, Pará.                        | 84     |
| <b>Figura 17</b> | Teor médio de MS (%) na gramínea <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça, em função da aplicação de doses de nitrogênio, em Belém, Pará.  | 85     |
| <b>Figura 18</b> | Teor médio de PB (% na MS) na gramínea <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça, submetido a diferentes doses de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , em Belém, Pará.                             | 86     |
| <b>Figura 19</b> | Teor médio de FDA (% na MS) na gramínea <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça, submetido a diferentes doses de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , em Belém, Pará.                            | 87     |

|                  |   |            |
|------------------|---|------------|
| <b>Figura 20</b> | Teor médio de lignina (% na MS) na gramínea <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça, submetido a diferentes doses de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , em Belém, Pará.                   | <b>88</b>  |
| <b>Figura 21</b> | Teor médio de celulose (% na MS) na gramínea <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça, submetido a diferentes doses de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , em Belém, Pará.                  | <b>89</b>  |
| <b>Figura 22</b> | Médias mensais da temperatura do ar, no período experimental. Fonte: INMET/2 <sup>o</sup> DISME, em Castanhal, Pará.  | <b>99</b>  |
| <b>Figura 23</b> | Médias mensais da umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica, no período experimental. Fonte: INMET/2 <sup>o</sup> DISME, em Castanhal, Pará.                            | <b>99</b>  |
| <b>Figura 24</b> | Teor médio de P (g/kg) na matéria seca de <i>Brachiaria humidicola</i> em função dos períodos de avaliação, em Castanhal, Pará.   | <b>108</b> |
| <b>Figura 25</b> | Teor médio de K (g/kg) na matéria seca de <i>Brachiaria humidicola</i> , em função dos níveis dos resíduos orgânicos, em Castanhal, Pará.   | <b>108</b> |
| <b>Figura 26</b> | Teor médio de K (g/kg) na matéria seca de <i>Brachiaria humidicola</i> , em função dos períodos de avaliação, em Castanhal, Pará.   | <b>109</b> |
| <b>Figura 27</b> | Teor médio de Ca (g/kg) na matéria seca de <i>Brachiaria humidicola</i> , em função dos períodos de avaliação, em Castanhal, Pará.  | <b>110</b> |
| <b>Figura 28</b> | Teor médio de Mn (mg/kg) na matéria seca de <i>Brachiaria humidicola</i> , em função dos períodos de avaliação, em Castanhal, Pará.   | <b>112</b> |
| <b>Figura 29</b> | Teor médio de Zn (mg/kg) na matéria seca de <i>Brachiaria humidicola</i> , em função dos períodos de avaliação, em Castanhal, Pará.   | <b>113</b> |
| <b>Figura 30</b> | Teor médio de MO (% na MS) na <i>Brachiaria humidicola</i> , em função dos períodos de avaliação, em Castanhal, Pará.   | <b>115</b> |
| <b>Figura 31</b> | Teor médio de MM (% na MS) na <i>Brachiaria humidicola</i> , em função dos períodos de avaliação, em Castanhal, Pará.   | <b>115</b> |
| <b>Figura 32</b> | Massa de forragem (g/vaso) de <i>Brachiaria humidicola</i> , em função da interação, resíduo orgânico vs. doses de nitrogênio, em Belém, Pará.                                    | <b>135</b> |
| <b>Figura 33</b> | Teor médio de Fe (mg/kg) na matéria seca de <i>Brachiaria humidicola</i> , em função das doses de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , em Belém, Pará.                                 | <b>136</b> |
| <b>Figura 34</b> | Teor médio de Zn (mg/kg) na matéria seca de <i>Brachiaria humidicola</i> , em função da interação, resíduo orgânico vs. dose de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , em Belém, Pará.   | <b>138</b> |
| <b>Figura 35</b> | Teor médio de Zn (mg/kg) na matéria seca de <i>Brachiaria humidicola</i> , em função da interação, dose de nitrogênio vs. dose de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , em Belém, Pará. | <b>138</b> |
| <b>Figura 36</b> | Teor de MS (%) na gramínea <i>Brachiaria humidicola</i> , em função da interação, resíduo orgânico vs. dose de nitrogênio, em Belém, Pará.  | <b>139</b> |
| <b>Figura 37</b> | Teor médio de lignina (% na MS) na gramínea <i>Brachiaria humidicola</i> , em função da interação, resíduo orgânico vs. dose de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , em Belém, Pará.   | <b>140</b> |



## SUMÁRIO

|   | <b>Página</b> |
|---|---------------|
| <b>RESUMO</b>   |               |
| <b>ABSTRACT</b>   |               |
| <b>1 CONTEXTUALIZAÇÃO</b>   | <b>20</b>     |
| <b>REFERÊNCIAS</b>  | <b>31</b>     |
| <b>2 PRODUÇÃO DE MASSA DE FORRAGEM E COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA DE <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça INFLUENCIADAS PELA ADUBAÇÃO COM RESÍDUO DE SIDERURGIA (PÓ DE BALÃO) E FÓSFORO</b>             | <b>38</b>     |
| <b>RESUMO</b>   | <b>38</b>     |
| <b>ABSTRACT</b>   | <b>38</b>     |
| 2.1 INTRODUÇÃO  | 39            |
| 2.2 MATERIAL E MÉTODOS  | 40            |
| 2.2.1 Características Climáticas  | 40            |
| 2.2.2 Características do Solo na Área Experimental  | 42            |
| 2.2.3 Características dos Teores de Metais Pesados no Solo e Forragem   | 42            |
| 2.2.4 Delineamento Experimental e Tratamentos   | 43            |
| 2.2.5 Condução do Experimento   | 44            |
| 2.2.6 Determinação da Composição Bromatológica da Forrageira  | 45            |
| 2.2.7 Determinação do Teor de Minerais na Forrageira  | 46            |
| 2.2.8 Análise Estatística   | 46            |
| 2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO  | 47            |
| 2.3.1 Atributos Químicos do Solo  | 47            |
| 2.3.2 Produção de Massa de Forragem   | 48            |
| 2.3.3 Teor de Minerais na Matéria Seca da Forrageira  | 49            |
| 2.3.4 Composição Bromatológica da Forrageira  | 55            |
| 2.4 CONCLUSÃO   | 63            |
| <b>REFERÊNCIAS</b>  | <b>64</b>     |
| <b>3 PRODUÇÃO DE MASSA DE FORRAGEM E COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA DE <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça INFLUENCIADAS PELA ADUBAÇÃO COM RESÍDUO DE SIDERURGIA (PÓ DE BALÃO), NITROGÊNIO E FÓSFORO</b> | <b>71</b>     |
| <b>RESUMO</b>   | <b>71</b>     |
| <b>ABSTRACT</b>   | <b>71</b>     |
| 3.1 INTRODUÇÃO  | 71            |
| 3.2 MATERIAL E MÉTODOS  | 73            |
| 3.2.1 Características dos Resíduos Orgânicos  | 74            |
| 3.2.2 Delineamento Experimental   | 75            |

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| 3.2.3    | <b>Condução do Experimento e Análise Laboratorial</b>  | <b>75</b>  |
| 3.2.4    | <b>Determinação da Composição Bromatológica da Forrageira</b>  | <b>76</b>  |
| 3.2.5    | <b>Determinação do Teor de Minerais na Forrageira</b>  | <b>77</b>  |
| 3.2.6    | <b>Análise Estatística</b>   | <b>77</b>  |
| 3.3      | <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>  | <b>77</b>  |
| 3.3.1    | <b>Atributos Químicos do Solo</b>  | <b>77</b>  |
| 3.3.2    | <b>Produção de Massa de Forragem</b>   | <b>79</b>  |
| 3.3.3    | <b>Teor de Minerais na Matéria Seca da Forrageira</b>  | <b>80</b>  |
| 3.3.4    | <b>Composição Bromatológica da Forrageira</b>  | <b>85</b>  |
| 3.4      | <b>CONCLUSÃO</b>   | <b>89</b>  |
|          | <b>REFERÊNCIAS</b>   | <b>90</b>  |
| <b>4</b> | <b>RESÍDUO SIDERÚRGICO “PÓ DE BALÃO” EM COMBINAÇÃO COM FÓSFORO NA PRODUÇÃO DE MASSA DE FORRAGEM E COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA DE QUICUIO-DA-AMAZÔNIA (<i>Brachiaria humidicola</i>)</b> | <b>96</b>  |
|          | <b>RESUMO</b>  | <b>96</b>  |
|          | <b>ABSTRACT</b>  | <b>96</b>  |
| 4.1      | <b>INTRODUÇÃO</b>  | <b>97</b>  |
| 4.2      | <b>MATERIAL E MÉTODOS</b>  | <b>98</b>  |
| 4.2.1    | <b>Características Climáticas</b>  | <b>98</b>  |
| 4.2.2    | <b>Características do Solo na Área Experimental</b>  | <b>100</b> |
| 4.2.3    | <b>Características dos Teores de Metais Pesados no Solo e Forragem</b>   | <b>100</b> |
| 4.2.4    | <b>Delineamento Experimental e Tratamentos</b>   | <b>101</b> |
| 4.2.5    | <b>Condução do Experimento</b>   | <b>102</b> |
| 4.2.6    | <b>Determinação da Composição Bromatológica da Forrageira</b>  | <b>103</b> |
| 4.2.7    | <b>Determinação do Teor de Minerais na Forrageira</b>  | <b>104</b> |
| 4.2.8    | <b>Análise Estatística</b>   | <b>104</b> |
| 4.3      | <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>  | <b>105</b> |
| 4.3.1    | <b>Atributos Químicos do Solo</b>  | <b>105</b> |
| 4.3.2    | <b>Produção de Massa de Forragem</b>   | <b>106</b> |
| 4.3.3    | <b>Teor de Minerais na Matéria Seca da Forrageira</b>  | <b>107</b> |
| 4.3.4    | <b>Composição Bromatológica da Forrageira</b>  | <b>113</b> |
| 4.4      | <b>CONCLUSÃO</b>   | <b>120</b> |
|          | <b>REFERÊNCIAS</b>   | <b>121</b> |
| <b>5</b> | <b>RESÍDUO SIDERÚRGICO “PÓ DE BALÃO” EM COMBINAÇÃO COM NITROGÊNIO E FÓSFORO NA PRODUÇÃO DE MASSA DE</b>  | <b>128</b> |

**FORRAGEM E COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA DE  
QUICUIO-DA-AMAZÔNIA (*Brachiaria humidicola*)**

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 5.1   | INTRODUÇÃO                                     | 128 |
| 5.2   | MATERIAL E MÉTODOS                             | 129 |
| 5.2.1 | Características dos Resíduos Orgânicos         | 131 |
| 5.2.2 | Delineamento Experimental                      | 132 |
| 5.2.3 | Condução do Experimento e Análise Laboratorial | 132 |
| 5.2.4 | Análise Estatística                            | 133 |
| 5.3   | RESULTADOS E DISCUSSÃO                         | 133 |
| 5.3.1 | Atributos Químicos do Solo                     | 133 |
| 5.3.2 | Produção de Massa de Forragem                  | 135 |
| 5.3.3 | Teor de Minerais na Matéria Seca da Forrageira | 136 |
| 5.3.4 | Composição Bromatológica da Forrageira         | 139 |
| 5.4   | CONCLUSÃO                                      | 141 |
|       | REFERÊNCIAS                                    | 142 |
|       | CONCLUSÕES GERAIS                              | 148 |
|       | ANEXO  |     |

## 1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Antes da década de 1950, na região Amazônica, a pecuária se desenvolvia, principalmente, nos campos de pastagens nativas e de várzeas inundáveis, distribuídos no Pará, Tocantins, Mato Grosso, Amapá e Roraima. Com a necessidade de povoar os grandes vazios demográficos da Região Norte, nas décadas de 1960 e 1970, o Governo Federal construiu as rodovias Belém-Brasília, Cuiabá-Santarém e Transamazônica, além de estabelecer o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA e fomentar outros organismos de colonização, fatores que beneficiaram a expansão da pecuária (GRÜNDLING et al., 2009).

Como causas da expansão da pecuária na região Norte, a utilização do desmatamento tornava-se principal ferramenta para formação de pastagem por ser uma atividade agrícola que despendia de menos gastos, assegurando assim, a posse da terra. Além disso, outras atividades agrícolas normalmente exigem preparo de área mais cuidadoso, geralmente com o emprego da mecanização, e o uso mais intensivo de insumos e de mão de obra para poderem ser implantadas com um mínimo de sucesso, sendo, portanto, mais onerosas (DIAS-FILHO, 2010). Segundo Rivero et al. (2009), não há dúvida de que a redução dos custos de transportes propiciada pelos investimentos nos grandes eixos rodoviários tornou lucrativa a implantação de atividade agropecuária, que, anteriormente, era considerada inviável.

A atividade pecuária se desenvolveu, inicialmente por um fluxo migratório inicial intenso e rápida taxa de expansão, devido a presença de terras abundantes e baratas. Com o passar dos anos, essa disponibilidade tornava-se escassa e ocorria elevação no seu preço, paralelamente, o abandono das áreas com maior tempo de uso tornava-se maior, com isto, a intensificação dessas áreas foi liderada por produtores que viam a incorporação de tecnologia e aumento da produtividade desse sistema de produção como estratégias mais eficientes de torná-lo sustentável. Assim, a comercialização da produção (carne e leite), como forma de auferir lucros tornou-se o objetivo maior da atividade pecuária (DIAS-FILHO, 2010). A expansão da pecuária teve início na década de 1960, quando grandes empresas do Centro-Sul do País usufruíram da ajuda governamental via incentivos fiscais, programas especiais, baixo preço da terra e créditos subsidiados. A ação governamental se deu através de dois movimentos visando modernizar e incorporar novas áreas ao processo produtivo. O primeiro foi o de abrir e asfaltar estradas para integrar a Amazônia aos centros de consumo do Nordeste e do Centro-Sul. Essa iniciativa complementava e amplificava uma medida anterior

do governo federal que tinha iniciado com a rodovia Belém-Brasília e depois com a Transamazônica. O segundo movimento, a cargo das empresas financiadas por entidades governamentais, tinha por objetivo modernizar e organizar as estruturas consideradas “arcaicas” da produção agropecuária até então sustentada no trabalho familiar e no posseiro e focada na “produção de bens de subsistência”. Este segundo objetivo, parte de uma estratégia maior da política de modernização de âmbito nacional, se concretizava via concessão de incentivos fiscais e financeiros aos interessados em modernizar o campo (MESQUITA, 2009).

Além dos fatores citados anteriormente, existiram outros atrativos para implantação da pecuária no Estado do Pará, como por exemplo, condições climáticas favoráveis, com temperaturas uniformes, períodos de estiagem relativamente menos extensos e severos do que em outras regiões do país e a ausência de geadas, que permitem o crescimento forrageiro, durante praticamente o ano inteiro (DIAS-FILHO e ANDRADE, 2006). Estimasse que a produtividade média de vários sistemas de criação em larga escala na Amazônia foi cerca de 10% maior do que no restante do Brasil. A pecuária mais produtiva dessa região tende a se localizar onde há boa distribuição de chuvas - ou seja, acima de 1.600 mm/ano e abaixo de 2.200 mm/ano em uma região que corresponde a cerca de 40% da Amazônia (ARIMA et al., 2005).

O preço das terras em pastagem na Amazônia foi, entre 1970 e 2000, de cerca de cinco a dez vezes mais baixo que em São Paulo e, em 2002, equivalia de 35% a 65% do preço praticado no Centro-Sul. No caso da Amazônia, o preço da terra é o principal custo da pecuária extensiva praticada pela maioria dos fazendeiros na região. Os preços de pastagens na região Centro-Sul aumentaram porque em parte dessas terras é possível praticar agricultura mecanizada, por exemplo, grãos ou cana-de-açúcar (ARIMA et al., 2005).

Na década de 90 ocorreu forte expansão da atividade pecuária, na região Norte, com taxa de crescimento anual de 2,4%, cujo rebanho bovino se elevou de 17,28 milhões de cabeças, em 1996, para 31,23 milhões, em 2006, com evolução de 56%, em apenas 10 anos (IBGE, 2010). Outras estimativas, não computadas oficialmente, têm reportado números mais expressivos, de cerca de 50 milhões de cabeças, em 2001 (POCCARD-CHAPUIS et al., 2001). A eficiência da cadeia produtiva bovina foi um dos fatores determinantes desse crescimento, que possibilitou ao produtor a garantia de comercialização de animais, a preços compatíveis com os do sul do país (TOURRAND et al., 1995). Esses resultados ocorreram devido ao emprego de novas tecnologias para intensificação da atividade pecuária, através do manejo adequado das pastagens, recuperação de áreas desmatadas e improdutivas, além de utilizar o melhoramento genético animal para aperfeiçoar o rebanho (DIAS-FILHO e

ANDRADE, 2006; TEIXEIRA NETO et al., 2006). Atualmente, a Região Norte pode ser considerada, a fronteira agrícola mais importante para produção de bovinos por fazer parte de 20% do efetivo bovino do país. Nessa região, o estado do Pará se destaca com 42% do rebanho regional, o que representa 16,24 milhões de cabeças (DIAS-FILHO, 2010).

Mundialmente, um dos problemas que afeta a pecuária diretamente é a degradação de pastagens. No Brasil, principalmente em áreas de fronteira agrícola, esse fenômeno tem sido reportado como causa importante de prejuízos econômicos e ambientais (DIAS-FILHO e ANDRADE, 2006). Nesses locais, a degradação de pastagens está diretamente associada à baixa produtividade da pecuária e aumento do desmatamento. Embora não existam estudos formais, que quantifiquem a extensão do problema, em termos de área para a Amazônia brasileira, estimativas feitas no início dos anos 1990 sugeriam que cerca da metade das áreas de pastagens cultivadas na região estavam degradadas ou em processo avançado de degradação (SERRÃO et al., 1993).

Nas regiões Centro-Oeste e Norte do Brasil, cerca de 70 milhões de hectares de pastagens, estariam degradados ou em processo de degradação, isto é, pastagens improdutivas ou de baixa produtividade, com índices zootécnicos abaixo do real potencial produtivo (DIAS-FILHO, 2007). Para Brandão (2010), estima-se que 80% dos 50 a 60 milhões de hectares de pastagens cultivadas do Brasil Central encontram-se em algum estágio de degradação, o que afeta diretamente a sustentabilidade da pecuária. A produção animal em uma pastagem degradada pode ser seis vezes menor a de uma pastagem recuperada ou em bom estado de manutenção (MACEDO et al., 2006).

A redução da produtividade das pastagens tem sido relacionada ao manejo inadequado da fertilidade do solo, das espécies forrageiras exploradas e da taxa de lotação animal, que podem comprometer a qualidade física do solo (FIDALSKI et al., 2008). Dentre as principais causas de degradação de pastagens na Amazônia Legal encontram-se a superlotação das pastagens, ausência de adubação de manutenção e o uso do fogo, como instrumento de “limpeza” para controle de invasoras, ou eliminação do excesso de pasto não consumido (DIAS-FILHO e ANDRADE, 2006). O manejo inadequado do solo e da pastagem tem contribuído para a progressiva degradação da matéria orgânica, causando perda de algumas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, acelerando a erosão e diminuindo a produtividade, bem como a capacidade de suporte das pastagens (LIMA et al., 2007; DIAS-FILHO, 2007).

A queda na produtividade agrícola poucos anos após o desmatamento na Região Amazônica tem sido atribuída às pequenas reservas de nutrientes no solo, à toxicidade de Al e à fixação do P, bem como à redução da porosidade total e da infiltração de água, e à degradação da estrutura do solo. Assim sendo, as atividades de exploração nos solos dessa região devem ser cuidadosamente planejadas, e as práticas de conservação do solo devem ser aplicadas desde o início do uso, para preservar o potencial produtivo do solo para as gerações futuras. Inevitavelmente, a conversão de florestas em áreas agrícolas altera o equilíbrio natural existente, modificando as propriedades do solo (MULLER et al., 2001).

A manutenção da produtividade das pastagens é fundamental, principalmente na Amazônia brasileira, onde quase toda a área desmatada acaba sendo convertida em pasto. As pastagens degradam, devido, inclusive, ao esgotamento do fósforo disponível no solo (MULLER et al., 2001). A erosão do solo nas pastagens é mais alta do que a das florestas, o que implica em desgaste significativo, ao longo do tempo (SILVA et al., 2005).

Há mais de 20 anos, têm sido propostas para o trópico úmido, estratégias para recuperação de pastagens degradadas, tais como: a mecanização e adubação, entretanto, são os itens que mais encarecem o processo de renovação destas pastagens, devido aos custos de aquisição que torna-se mais elevados, devido às grandes distâncias dos centros de produção, fabricação e distribuição de insumos agrícolas (DIAS-FILHO, 2007). De fato, o grande desafio econômico para a adoção, em larga escala, de tecnologias de recuperação de pastagens degradadas no trópico úmido brasileiro, principalmente aquelas que demandam maior uso de insumos, é a implantação dessas tecnologias, normalmente mais cara do que os procedimentos tradicionais de conversão de florestas primárias em pastagens. Por exemplo, segundo estudo desenvolvido na Amazônia por Ichihara (2003), mesmo sem considerar os ganhos com a extração de madeira durante o desmatamento, os benefícios econômicos, em curto e médio prazos, das técnicas de renovação de pastagens, geralmente, são inferiores aos da formação de novas pastagens, o custo para a renovação de pastagens degradadas pode ser até quatro vezes maior do que o da formação de pastagens em áreas recém-desmatadas, com isto, a maior dificuldade da tecnificação dessa atividade na região é o montante de capital demandado, tanto para manter o fluxo de caixa inicial, como para investir na compra de animais, necessários para utilizar a produção da forrageira, após a sua recuperação.

A utilização intensiva de pastagens segue os princípios básicos que norteiam o manejo das pastagens de gramíneas tropicais. Dentro desse contexto, a fertilidade do solo representa um papel fundamental na sua manutenção produtiva e perene. A maioria dos solos da Amazônia brasileira é pobre em nutrientes, em decorrência do material originário e grau

elevado de intemperização. As principais limitações de fertilidade são acidez elevada, baixa capacidade de troca de cátions e deficiência de N, P, K, Ca e Mg (COSTA et al., 2000; MULLER et al., 2001).

Diferentemente da agricultura, a eficiência da adubação na pecuária é medida, não apenas pela produção vegetal, grãos e biomassa, mas, também, pela capacidade de produção de carne por unidade de nutriente aplicado. Assim, na pecuária, a avaliação da eficiência da adubação torna-se mais complexa, por conter o fator animal (PRADO, 2008). Normalmente, a aplicação de nutrientes em pastagem incrementa significativamente a produção de forragem, cerca de dois meses após a aplicação, que pode ter efeito residual importante no crescimento da planta após dois anos da aplicação (WHITEHEAD, 2000).

A adubação tem sido indispensável na formação, manutenção e recuperação das pastagens e, de modo particular, a adubação nitrogenada constitui uma das maiores necessidades, nos casos de pastagens exclusivas de gramíneas, quando se trata da recuperação de áreas degradadas. Desse modo, todos os nutrientes das plantas podem ser limitantes, em determinada condição de pastagem, mas tem sido frequente a limitação por N e P (BONFIM-SILVA e MONTEIRO, 2006).

A importância do P para a produtividade das forrageiras decorre de sua participação nas membranas celulares, fosfolipídios, ácidos nucleicos e compostos que armazenam e fornece energia metabólica (ATP) e, em outros processos, como fotossíntese, síntese de macromoléculas, tais como carboidratos, proteínas e gorduras, absorção ativa de nutrientes, trabalho mecânico (MARSCHNER, 1986; MALAVOLTA, 2006). Esse elemento, também, desempenha importante papel no desenvolvimento do sistema radicular (CHEN et al., 2003) e perfilhamento das gramíneas e sua deficiência limita a capacidade produtiva das pastagens (SANTOS et al., 2008).

O fósforo é importante para o metabolismo das plantas, o qual participa na transferência de energia a célula, na respiração e na fotossíntese. É, também, componente estrutural dos ácidos nucleicos de genes e cromossomos, assim como de coenzimas, fosfoproteínas e fosfolipídios. As limitações na disponibilidade de fósforo, no início do ciclo vegetativo, podem resultar em restrições no desenvolvimento, das quais a planta não se recupera posteriormente, mesmo com aumento do suprimento de P, em níveis adequados. O suprimento adequado de P é essencial, desde os estádios iniciais de crescimento da planta (GRANT et al., 2001). O fósforo, mesmo aparecendo nas plantas em menor quantidade que os outros nutrientes, é importante na transformação e uso da energia pelos vegetais. Os solos da



região Norte, em sua maioria, são pobres em fósforo, sendo indispensável à aplicação desse nutriente, via fertilização (SILVA et al., 2005).

De maneira geral, nas pastagens da Amazônia, o P é necessário para elevar a produção e qualidade da forrageira, bem como o seu estabelecimento, manutenção e renovação (FERREIRA et al., 2008). A deficiência desse mineral nos solos brasileiros é generalizada e, como consequência, os teores nos tecidos vegetais das forrageiras são baixos (SILVA et al., 2005). Apesar da grande tolerância aos solos ácidos da gramínea *Brachiaria humidicola*, essa espécie responde satisfatoriamente a aplicação de doses moderadas de adubação fosfatada, entre 50 e 80 kg de  $P_2O_5$ /ha (COSTA et al., 2000). O fósforo promoveu maior crescimento do *Panicum maximum* cv. tanzânia, em função da sua importância na nutrição da planta (BERLAMINO et al., 2003).

O nitrogênio é essencial no desempenho animal, pois favorece o crescimento e qualidade das forrageiras, por elevar o teor de proteína bruta, principalmente em períodos de estiagem. Em condições ótimas de concentração e proporção entre os nutrientes do solo, o N assume papel fundamental como promotor e modulador da produção. No entanto, deve ser ressaltado o fato de que níveis ótimos de fertilidade não garantem a eficiência e produtividade de sistemas de produção com gramíneas tropicais, considerando-se que todos os componentes devem ser manejados corretamente (ASSMANN, 2002). Santos et al. (2008) relataram que o suprimento de N acelera o florescimento e estágio de maturação, aumenta a razão entre perfilhos reprodutivos e vegetativos, além de incrementar a sua alongação. Em condições edafoclimáticas normais, o suprimento de N é o fator de maior impacto na produtividade da pastagem, acompanhado de cuidados no manejo da forrageira. A importância do nitrogênio na produtividade da planta forrageira é conhecida, principalmente por ser responsável pelo aumento imediato e visível da produção (RODRIGUES et al., 2003). Trata-se de elemento que é exigido pelas plantas em maior quantidade, geralmente representa de 20 a 40 g/kg da massa seca dos tecidos vegetais tornando-se componente integral (TAIZ e ZEIGER, 2004).

O nitrogênio influencia no porte da planta, tamanho de folhas e colmo, no aparecimento e desenvolvimento dos perfilhos e a baixa disponibilidade provoca crescimento lento e os teores de proteína tornam-se insuficientes para atender às exigências do animal (WERNER, 1986). A fonte natural de nitrogênio no solo é a matéria orgânica que não é absorvida diretamente pela planta, mas precisa sofrer mineralização pela ação dos microorganismos, de modo a liberar o nitrogênio para as plantas. A disponibilidade de nitrogênio é o fator dominante que controla os processos de crescimento e desenvolvimento da planta, traduzido, sobretudo, pela maior rapidez de formação das gemas axilares e de

iniciação dos perfilhos correspondentes. O déficit de nitrogênio aumenta o número de gemas dormentes, enquanto a adequada nutrição nitrogenada permite o máximo perfilhamento (BATISTA e MONTEIRO, 2008).

A adubação nitrogenada possui grande potencial para restauração da capacidade produtiva de pastagens exclusivas de gramíneas, bem como para intensificação dos sistemas de produção animal a pasto (ANDRADE e VALENTIN, 2004). Existe possibilidade de resposta à adubação nitrogenada, na faixa de 400 a 800 kg/ha, com eficiência de conversão, entre 40 a 70 kg MS/kg de nitrogênio aplicado (CORSI, 1994). Contudo, Mello et al. (2008) relataram que a eficiência de conversão do nitrogênio fertilizante em massa de forrageiras, em pastagens de gramíneas tropicais, pode atingir valores de até 83 kg MS/kg de nitrogênio aplicado, mas, em média, a eficiência é de 26 kg MS/kg de nitrogênio, com maiores eficiências na aplicação de nitrogênio de 150 kg/ha.

O aproveitamento integral e racional dos recursos disponíveis na propriedade rural, com a introdução de novos componentes tecnológicos, aumenta a estabilidade dos sistemas de produção, maximiza sua eficiência, reduz custos e melhora a produtividade (ESPÍNDOLA et al. 2008; LANA et al., 2010). O interesse pela aplicação no solo de resíduos de origens animal e vegetal e subprodutos orgânicos industrializados aumentou nos últimos anos (WIETHÖLTER, 1994), devido, principalmente, aos custos elevados dos adubos químicos, que favorece a avaliação da eficiência de fontes alternativas de nutrientes (SILVA e SILVA, 2008; DIM, 2009). Os sistemas agropecuários dão origem a vários tipos de resíduos orgânicos, os quais, se corretamente manejados e utilizados, revertem em fornecedores de nutrientes para a produção de alimentos e forragens e melhoram as condições físicas, químicas e biológicas do solo (CAMARGO et al., 1999).

O uso de materiais orgânicos, como restos de cultura, resíduos industriais e esterco animal, despertam o interesse dos agricultores e técnicos, pois são importantes para obtenção de melhores produtividades, através do aumento da fertilidade do solo (ARAÚJO et al., 2008). O emprego de materiais orgânicos melhora as características físicas do solo, como aeração, retenção de umidade e sua estrutura, propicia aumento na diversidade de microorganismos úteis, que agem na solubilização dos fertilizantes, de maneira a liberar os nutrientes para as plantas (COSTA et al., 2009). O efeito da matéria orgânica sobre a produtividade pode ser direto, por meio do fornecimento de nutrientes, ou pelas modificações das propriedades físicas do solo, que melhora o ambiente radicular e estimula o desenvolvimento das plantas (CONCEIÇÃO et al., 2005).

Nos sistemas de produção de leite e carne em pastagem, com a proibição do uso da cama de aviário na alimentação de ruminantes (Instrução Normativa nº 15, de 17 de julho de 2001), sua utilização como adubo orgânico foi alternativa encontrada por avicultores e produtores de leite e carne, o que torna seguro e rentável o destino desse resíduo e viabiliza o custo de produção, em substituição ao adubo químico. É importante ressaltar que o uso de adubos orgânicos promove a liberação lenta e gradual de nutrientes, além de aumentar o teor de matéria orgânica do solo (GEWEHR et al., 2010).

Com baixo custo e rica em nutrientes, a cama de aviário, normalmente, tem substrato de maravalha, casca de arroz, café ou palhadas, e evita o contato direto da ave com o chão, além de favorecer a absorção da água e incorporação de dejetos, penas, descamações da pele e restos de alimento. O sistema produtivo brasileiro de frango permite a reutilização da cama de aviário, entre uma e oito criadas, o que interfere na sua qualidade, o que deve ser considerado na reposição de nutrientes para as mais variadas culturas (MENEZES et al., 2004).

Da mesma forma como ocorre na formulação de adubo no mercado, com diferentes concentrações de nitrogênio, fósforo e potássio (NPK), além de micronutrientes, há, também, diferenças na cama de aviário (MENEZES et al., 2004). Os dejetos de aves são excelente fonte de nutrientes, especialmente N, adiciona matéria orgânica ao solo, melhora atributos físicos, aumenta a capacidade de retenção de água, reduz a erosão, melhora a aeração e cria um ambiente mais adequado para o desenvolvimento da flora microbiana do solo (MENEZES et al., 2004). A aplicação de 1.200 a 4.800 kg/ha de cama de frango, em pastagem de *Brachiaria decumbens*, pode aumentar os teores de proteína bruta, fósforo, potássio e de micronutrientes (SILVA, 2005).

Em razão do enorme parque siderúrgico brasileiro, é grande a preocupação com o gerenciamento de resíduos sólidos, que aumentam e tornam-se problema grave, em razão dos impactos que podem causar ao ambiente (ARAÚJO et al., 2008). Nesse sentido, são necessárias pesquisas que visem o seu aproveitamento e destinação, para minimizar impactos e gerar divisas. O uso na agricultura, como corretivos, fertilizantes, condicionadores de solo, dentre outras aplicações, constitui destino racional (LIMA, 2003; SILVA, 2007).

No processo fabricação do ferro gusa são gerados resíduos, dentre os quais o pó de balão (Figura 1). No Distrito Industrial de Marabá, Pará, encontra-se em funcionamento dez empresas siderúrgicas, com produção de aproximadamente um milhão de tonelada de ferro-gusa, com produção média de 450 t/mês/empresa de pó de balão (ALBUQUERQUE, 2007).



**Figura 1** - Esquema de alto forno e coletor de pó de balão (Fonte: OLIVEIRA e MARTINS, 2003) e Resíduo “pó de balão” no pátio da siderurgia (Fonte: SINOBRAS - Siderúrgica Norte Brasil S.A.).

Estima-se a produção entre 20 e 30 kg de pó, por tonelada de gusa produzida, cujo resíduo apresenta teor médio de 30% de carbono. Há necessidade de pesquisas para seu uso agrícola, considerando-se o teor de carbono fixo total e presença de alguns elementos importantes para os vegetais, como Fe, Mn, Si, K e S, entre outros, associado a granulometria favorável, rápida degradação e mineralização no solo (ROCHA, 2003).

Outra característica importante na aplicação é a sua reatividade. Materiais de granulometria fina são mais reativos que os de granulometria grossa, ou seja, os elementos nele contidos se tornam disponíveis, em menor tempo. Pode-se esperar que o pó de balão apresente alta reatividade, em função da quase totalidade de suas partículas ser de tamanho inferior a 2 mm (ACCIOLY et al., 2000).

A aplicação de pó de balão favorece a eficiência na correção do solo, pois o pH pode ficar acima de 6,0 (SILVA, 2007). A adição de fontes de carbono orgânico é prática comum e resulta na elevação do pH, neutralização do ferro e alumínio trocável, insolubilização do manganês, fornecimento de alguns nutrientes e alteração na disponibilidade de outros, elevação na capacidade de troca catiônica (CTC), entre outras, as quais são vantajosas para aumentar a produtividade do solo (ROCHA, 2003).

Atualmente, alguns pesquisadores têm considerado os resíduos oriundos da indústria siderúrgica, como fontes potenciais de metais pesados para o solo, o que merece atenção especial e precisa ser analisado, de forma consciente, para solucionar um problema, sem acarretar outros (ARAÚJO et al., 2002). Consideram-se metais pesados os elementos químicos pertencentes ao grupo de transição da tabela periódica, com elevados peso atômico e densidade. Os metais pesados são muito estáveis na natureza, apresentam grande persistência

e, conseqüentemente, se acumulam no solo e/ou em sistemas biológicos, a partir dos níveis inferiores da cadeia alimentar (ARAÚJO et al., 2002).

A incorporação ao solo de resíduos industriais, ricos em metais pesados, pode ser prática viável, desde que se conheça a composição química do material e as propriedades físicas e químicas do solo (POMBO e KLAMT, 1986). A dinâmica dos metais pesados no sistema solo-planta é influenciada pelas características e propriedades dos solos, e pelo comportamento das diferentes espécies vegetais (HERNANDEZ et al., 1991). Entretanto, como as doses de micronutrientes aplicados são sempre pequenas, a adição de metais pesados, via resíduo, pode não ser expressiva, e depende da sua composição química (ACCIOLY et al., 2000). Segundo Oliveira e Martins (2003), o resíduo pó de balão foi classificado como Classe I – perigoso devido à presença de fenóis está acima do permitido para o ensaio da Amostra Bruta, segundo NBR 10004, assim, há de se ter cuidados especiais na estocagem, manuseio, transporte do resíduo. Accioly et al. (2000) obtiveram aumento na produção de biomassa de milho ao adubarem com pó de forno elétrico, além da elevação nos teores de Zn e Fe.

A gramínea Mombaça, cultivar de *Panicum maximum* lançada em 1993, é resultado do programa intensivo de avaliação de 426 acessos coletados na África, pelo Institut de Recherche pour le Développement (IRD), é considerada planta cespitosa, com altura média entre 0,90 a 1,20 m, cujas folhas são quebradiças, com largura média de 3,0 cm e sem cerosidade (SANTOS, 1997). Suas lâminas foliares apresentam poucos pelos, duros e curtos, principalmente na face superior e seus colmos são levemente arroxeados. Comparado a outros cultivares da mesma espécie, apresenta maior altura, com produtividade elevada, especialmente em sistemas intensificados de produção animal (MOCHEL FILHO, 2009). Santos (1997) constatou média de 4 a 6 folhas vivas por perfilho, em ciclos de pastejo de 40 dias, nas estações do ano.

A princípio não são observadas limitações edafoclimáticas para o desenvolvimento desse cultivar, em grande parte do território brasileiro, exceto nas localidades onde as temperaturas são inferiores a 15°C, as quais provocariam diminuição na produção de forragem, sem impedir o seu estabelecimento. Segundo Euclides et al. (2008) é baixa a variabilidade, em termos de valor nutritivo, entre gêneros, espécies e cultivares de plantas forrageiras, quando comparados sob as mesmas condições de manejo. Dados relatados pela Embrapa - Gado de Corte apresentaram valores para a gramínea Mombaça de 13,4% de proteína bruta nas folhas e 9,7%, nos colmos (MOCHEL FILHO, 2009).

Oriundo da África, o gênero *Brachiaria* tem fornecido importantes espécies forrageiras para as regiões tropicais, como a Austrália, além das Américas. Nessas áreas,

espécies desse gênero formam pastagens que se adaptam às mais variadas condições de solo, desde úmidos e férteis, até solos pobres de cerrados, sujeitos à secas estacionais. Destacam-se pelas suas características de produção elevada de matéria seca e satisfatório valor nutritivo. No trópico úmido, o seu crescimento é distribuído durante a maior parte do ano (COSTA et al., 2000).

Esse gênero ocorre em regiões tropicais, em ambos os hemisférios do globo, e principalmente na África, com cerca de 80 espécies. No Brasil, foram encontradas 16 espécies, das quais cinco são nativas e onze introduzidas, dentre as quais a *Brachiaria humidicola*, originária de Zululand na África tropical adaptada a áreas úmidas. Entre as espécies de *Brachiaria*, a *B. humidicola* tem seu papel de destaque na formação de pastagens na Amazônia, principalmente em clima do tipo Af<sub>i</sub>, onde não ocorre período de estiagem definido. Possui crescimento decumbente, agressivo e vigoroso, capaz de sobrepujar outras gramíneas e plantas invasoras. Seu cultivo pode ser utilizado com sucesso na substituição da pastagem nativa, de baixa produtividade e reduzido valor nutritivo. Pertence a família *Gramineae*, tribo *Paniceae* e gênero *Brachiaria*, possui colmo herbáceo, roliço, com nós distintos e coloração escura, que floresce todos os anos. A planta mede até um metro de altura e tem hábito decumbente. A lâmina das folhas verdes diminui de tamanho para o ápice da planta, até se tornar diminuta no eixo da inflorescência. As folhas mais finas possuem forma de canoa e verde mais intenso, com constituição mais fibrosa (DIAS-FILHO, 1983).

O período de estiagem prejudica a absorção de nutrientes pelas plantas, o que paralisa seu crescimento. Entretanto, essa espécie possui mecanismos que possibilitam maior tolerância à seca, devido ao sistema radicular, capaz de extrair água existente nas camadas mais profundas do solo. Também, se comporta de forma excelente em vales e regiões úmidas, onde produz elevadas quantidades de forragem e apresenta boa resposta ao nitrogênio. Em áreas de savanas mal drenadas formadas por solos plintossolos, a produção de matéria seca (MS) é superior a de outras espécies forrageiras. Umidade excessiva no solo reduz a sua atividade fotossintética em cerca de 10%. Em avançado estágio de crescimento, é áspero e duro, e menos palatável que outras espécies do gênero *Brachiaria*. Porém, ainda é bem consumido, inclusive, por animais jovens. A aceitabilidade pode ser aumentada, pela adoção de sistemas de pastejo que controlem o período de descanso. Nessa condição sua aceitabilidade equipara-se a de outras *Brachiaris* (COSTA et al., 2000).

No primeiro capítulo da tese, “**Contextualização**”, descreve-se o panorama da pecuária na Amazônia, que envolve a degradação de pastagens, características das gramíneas em estudo, *Panicum maximum* cv. Mombaça e *Brachiaria humidicola* (quicuío-da-amazônia),

a importância da adubação fosfatada, nitrogenada e orgânica. No segundo capítulo, em “**Produção de massa de forragem e composição químico-bromatológica de *Panicum maximum* cv. Mombaça influenciadas pela adubação com resíduo de siderurgia (pó de balão), nitrogênio e fósforo**”, são apresentados os resultados da produção de massa de forragem e análises químico-bromatológicas, em campo e casa de vegetação. Finalmente, no terceiro capítulo, em “**Resíduo siderúrgico “pó de balão” em combinação com nitrogênio e fósforo na produção de massa de forragem e composição químico-bromatológica de quicuío-da-amazônia (*Brachiaria humidicola*)**”, são apresentados os resultados da produção de massa de forragem e análises químico-bromatológicas, em campo e casa de vegetação.

## REFERÊNCIAS

ACCIOLY, A. M. A.; FURTINI NETO, A. E.; MUNIZ, J. A.; FAQUIN, V.; GUEDES, G. A. A. Pó de forno elétrico de siderurgia como fonte de micronutrientes e de contaminantes para plantas de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.7, p.1483-1491, 2000.

ALBUQUERQUE, A. A busca pela sustentabilidade socioambiental do setor siderúrgico no Pará começou. **Revista Pólo Sustentável**, Belém, set/out. 2007, 8p.

ANDRADE, C. M. S.; VALENTIM, J. F. Recuperação da produtividade de pastagem de “*Brachiaria brizantha*” cv. Marandu com adubação nitrogenada e fosfatada. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004. CD-Rom.

ARAÚJO, W. S.; AMARAL SOBRINHO, N. M. B.; MAZUR, N.; GOMES, P. C. Relação entre adsorção de metais pesados e atributos químicos e físicos de classes de solo do Brasil. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v.26, n.1, p.17-28, 2002.

ARAÚJO, L. C.; SANTOS, A. C.; FERREIRA, E. M.; CUNHA, O. F. R. Fontes de matéria orgânica como alternativa na melhoria das características químicas do solo e produtividade do capim-mombaça. **Revista Acadêmica Ciência Agrária e Ambientais**, v.6, n.1, p.65-72, 2008.

ARIMA, E.; BARRETO, P.; BRITO, M. **Pecuária na Amazônia: tendências e implicações para a conservação ambiental**. Belém: IMAZON, 2005. 76 p.

ASSMANN, A. L. **Adubação nitrogenada de forrageiras de estação fria em presença e ausência de trevo branco, na produção de pastagem e animal em área de integração lavoura-pecuária**. 2002. 100p. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2002.

BATISTA, K.; MONTEIRO, F. A. Nitrogênio e enxofre nas características morfogênicas do capim-marandu em substituição ao capim-braquiária em degradação em solo com baixo teor de matéria orgânica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.7, p.1151-1160, 2008.

BELARMINO, M. C. J.; PINTO, J. C.; ROCHA, G. P.; FURTINI NETO, A. E.; MORAIS, A. R. Altura de perfilho e rendimento de matéria seca de capim-tanzânia em função de diferentes doses de superfosfato simples e sulfato de amônio. **Ciência e Agrotecnologia**, v.27, n.4, p.879-885, 2003.

BONFIM-SILVA, E. M.; MONTEIRO, F. A. Nitrogênio e fósforo em características produtivas do capim-braquiária proveniente de área de pastagem em degradação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1289-1297, 2006.

BRADÃO, M. R. **Avaliação de atributos físicos do solo sob cultivo de eucalipto e pastagem o sul de Minas Gerais**. 2010. 35p. Trabalho de Conclusão de Curso (Gestão Ambiental) - Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Inconfidentes. 2010.

CAMARGO, F. A. O.; SANTOS, G. A.; GUERA, J. G. M. Macromoléculas e substância húmicas. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Gêneses, 1999. p. 27-40.

CHEN, C. R.; CONDRON, L. M.; SINAJ, S.; DAVIS, M. R.; SHERLOCK, R. R.; FROSSARD, E. Effects of plants species on phosphorus availability in a range of grassland soils. **Plant Soil**, n.256, p.115-130, 2003.

CONCEIÇÃO P. C.; AMADO T. J. C.; MIELNICZUK J.; SPAGNOLLO E. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, n.5, p.777-788, 2005.

CORSI, M. Adubação nitrogenada em pastagem. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. (Ed.). **Pastagens: fundamentos da exploração racional**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1994. p.121-155.

COSTA, N. A.; MOURA CARVALHO, L. O. D.; TEIXEIRA, L. B.; SIMÃO NETO, M. **Pastagens cultivadas na Amazônia**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. 151 p.



COSTA, A. M.; BORGES, E. N.; SILVA, A. A.; NOLLA, A.; GUIMARÃES, E. C. Potencial de recuperação física de um Latossolo vermelho, sob pastagem degradada, influenciado pela aplicação de cama de frango. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, p.1991-1998, 2009. Edição Especial.

DIAS-FILHO, M. B. **Limitações e potencial de *Brachiaria humidicola* para o trópico úmido brasileiro**. Belém: Embrapa - CPATU, 1983. 28p. (Documentos, 20)

\_\_\_\_\_. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação**. 3. ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. 190 p.

\_\_\_\_\_. Produção de bovinos a pasto na fronteira agrícola. In: RODRIGUES, K. F.; FERREIRA, W. M.; MACEDO JR., G. L. (Org.). Congresso Brasileiro de Zootecnia, 20., 2010, Palmas. **Anais...** Palmas: Editora Palmas, 2010. p.131-145.

\_\_\_\_\_; ANDRADE, C. M. S. **Pastagens no trópico úmido**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental. 30p. 2006. (Documentos, 241).

DIM, V. P. **Fertilidade do solo, nutrição e produtividade de pastagens com a utilização de resíduos sólidos de frigorífico**. 2009. 62p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal Tropical) - Universidade Federal do Tocantins, Araguaína. 2009.

ESPÍNDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. Adubação verde: estratégia para uma agricultura sustentável. In: ARAÚJO, L. C.; SANTOS, A. C.; FERREIRA, E. M.; CUNHA, O. F. R. Fontes de matéria orgânica como alternativa na melhoria das características químicas do solo e produtividade do capim-mombaça. **Revista Acadêmica Ciência Agrária e Ambiental**, v.6, n.1, p.65-72, 2008.

EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; ZIMMER, A. H.; JANK, L.; OLIVEIRA, M. P. Avaliação dos capins mombaça e massai sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.1, p.18-26, 2008.

FERREIRA, E. M.; SANTOS, A. C.; ARAÚJO, L. C.; CUNHA, O. F. R. Características agronômicas do *Panicum maximum* cv. “Mombaça” submetido a níveis crescentes de fósforo **Revista Ciência Rural**, v.38, n.2, p.484-491, 2008.

FIDALSKI J.; TORMENA C. A.; CECATO U.; BARBERO L. M.; LUGAO S. M. B.; COSTA M. A. T. Qualidade física do solo em pastagem adubada e sob pastejo contínuo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.11, p.1583-1590, 2008.

GEWEHR, C. E.; FOLLMANN, D. D.; ROSNIECEK, M.; COSTENARO, J.; PAGNO, G. Rendimento do capim elefante com adubação orgânica para uso em cama de aviário. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.5, n.1, p.32-36, 2010.

GRANT, C. A.; FLATEN, D. N.; TOMASIEWICZ, D. J.; SHEPPARD, S. C. A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. **Informações Agronômicas**, n.95, p.1-6, 2001.

GRÜNDLING, R. D. P.; BRANDÃO, F. S.; LEITE, J. G. D. B.; GARCIA, B. P. A evolução e a orientação regional das exportações brasileiras de carne bovina no período 1996-2006. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 47., 2009, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 2009.

HERNANDEZ, T.; MORENO, J. I.; COSTA, F. Influence of sewage sludge application on crop yields and heavy metal availability. **Soil Science and Plant Nutrition**, v.37, n.1, p.201-210, 1991.

**IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2010. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/brasil\\_2006/tab\\_brasil/tab16.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/brasil_2006/tab_brasil/tab16.pdf). Acesso em: 25 outubro 2010.

ICHIHARA, S. M. **Desmatamento e recuperação de pastagens degradadas na região amazônica**: uma abordagem através das análises de projetos. 2003. 124p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP, Piracicaba. 2003.

LANA, R. M. Q.; ASSIS, D. F.; SILVA, A. A.; LANA, A. M. Q.; GUIMARÃES, E. C.; BORGES, E. N. Alterações na produtividade e composição nutricional de uma pastagem após segundo ano de aplicação de diferentes doses de cama de frango. **Bioscience Journal**, v.26, n.2, p.249-256, 2010.

LIMA, M. S. M. **Avaliação das características agronômicas do pó de balão gerado no sistema de limpeza de gás do alto-forno a carvão vegetal**. 2003. 74 p. Belo Horizonte. Dissertação (Mestrado em Engenharia Metalúrgica e de Minas) - Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2003.

LIMA, J. J.; MATA, J. D. V.; NETO, R. P.; SCAPIM, C. A. Influência da adubação orgânica nas propriedades químicas de um Latossolo Vermelho distrófico e na produção de matéria seca de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.29, supl., p.715-719, 2007.

MACEDO, M. C. M.; KICHEL, A. N.; ZIMMER, A. H. **Degradação e alternativas de recuperação e renovação de pastagens**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2006. 4p. (Comunicado Técnico, 62).

MALAVOLTA, E. **Manual de Nutrição Mineral de Plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1986. 672p.

MELLO, S. Q. S.; FRANÇA, A. F. S.; LANNA, A. C.; BERGAMASCHINE, A. F.; KLIMANN, H. J.; RIOS, L. C.; SOARES, T. V. Adubação nitrogenada em capim-mombaça: produção, eficiência de conversão e recuperação aparente do nitrogênio. **Ciência Animal Brasileira**, v.9, n.4, p.935-947, 2008.

MENEZES, J. F. S.; ALVARENGA, R. C.; SILVA, G. P.; KONZEN, E. A.; PIMENTA, F. F. **Cama de frango na agricultura: perspectivas e viabilidade técnica econômica**. Rio Verde: FESURV, 2004. (Boletim técnico, 3).

MESQUITA, B. A. **Demanda por alimentos e as conseqüências na Amazônia Brasileira: “sucesso” do agronegócio e tragédia do desmatamento**. 2009. Disponível em: [http://egal2009.easyplanners.info/area07/7584\\_Mesquita\\_Benjamin\\_Alvino\\_de.pdf](http://egal2009.easyplanners.info/area07/7584_Mesquita_Benjamin_Alvino_de.pdf) . Acesso em: 20 janeiro 2011.

MOCHEL FILHO, W. J. E. **Fluxo de biomassa, produção de forragem e composição químico-bromatológica do capim-mombaça sob adubação e irrigação**. 2009. 82p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2009.

MULLER, M. M. L.; GUIMARÃES, M. F.; DESJARDINS, T.; MARTINS, P. F. S. Degradação de pastagens na Região Amazônica: propriedades físicas do solo e crescimento de raízes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.11, p.1409-1418, 2001.

OLIVEIRA, M. R. C.; MARTINS, J. Caracterização e classificação do resíduo sólido “pó do balão”, gerado na indústria siderúrgica não integrada a carvão vegetal: estudo de um caso na região de Sete Lagoas/MG. **Química Nova**, v.26, n.1, p.5-9, 2003.

POCCARD-CHAPUIS, R.; ALVES, A. M. B.; PIKETTY, M. G.; THALES, M. C.; GRIJALVA, J.; VALENCIA, F.; RIOS ALVAREDO, J.; TOURRAND, J. F. A. Amazônia pode virar uma grande região de pecuária bovina sustentável? In: Jornadas Agrárias, 2001, Argentina. **Proceedings...**, v.2, p.433- 437, 2001.

POMBO, L. C. A.; KLAMT, E. Adsorção de zinco e cobre de dois solos do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.10, n.2, p.191-194, 1986.

PRADO, R. M. **Manual de nutrição de plantas forrageiras**. Jaboticabal: Funep, 2008. 500p.

RIVERO, S.; ALMEIDA, O.; ÁVILA, S.; OLIVEIRA, W. Pecuária e desmatamento: uma análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia. **Nova Economia**, v.19, n.1, p.41-66, 2009.

ROCHA, S. H. F. S. **Aproveitamento de resíduos gerados na limpeza dos gases de alto-forno através da briquetagem**. 2003. 150p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Metalúrgica e de Minas) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2003.

RODRIGUES, R. C.; PEREIRA, W. L. M.; MATTOS, H. B.; ALVES, A. C. Concentração de nitrogênio nos componentes da parte aérea do capim-braquiária, em função da aplicação de calcário, nitrogênio e enxofre. **Revista Agricultura Tropical**, v.7, n.1, p.43-48, 2003.

SANTOS, P. M. **Estudo de algumas características agronômicas de *Panicum maximum* (Jacq.) cvs. Tanzânia e Mombaça para estabelecer seu manejo**. 1997. 62p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de São Paulo, Piracicaba. 1997.

SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M.; EUCLIDES, V. P. B. Valor nutritivo da forragem e de seus componentes morfológicos em pastagens de *Brachiaria decumbens* diferida. **Boletim da Indústria Animal**, v.65, n.4, p.303-311, 2008.

SERRÃO, E. A. S.; UHL, C.; NEPSTAD, D. C. Deforestation for pasture in the humid tropics: is it economically and environmentally sound in the long term? In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17., 1993, Rockhampton. **Proceedings...**Rockhampton, 1993. p.2215-2221.

SILVA, A. **A Potencialidade da recuperação de pastagem de *Brachiaria decumbens* fertilizada com camas de aviário e fontes minerais**. 2005. 166p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2005.

SILVA, C. S. W. **Avaliação ambiental decorrente do uso agrícola de resíduos do sistema de limpeza de gases de uma indústria siderúrgica a carvão vegetal**. 2007. 98p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2007.

SILVA, J. R.; SILVA, F. J. Eficiência de dois níveis de adubação orgânica com esterco de galinha e bovino no rendimento de milho irrigado em solo Aluvial vértico. In ARAÚJO, L. C.; SANTOS, A. C.; FERREIRA, E. M.; CUNHA, O. F. R. Fontes de matéria orgânica como alternativa na melhoria das características químicas do solo e produtividade do capim-Mombaça. **Revista Acadêmica Ciência Agrária e Ambientais**, v.6, n.1, p.65-72, 2008.

SILVA, R. R.; SILVA, M. L. N.; FERREIRA, M. M. Atributos físicos indicadores da qualidade do solo sob sistemas de manejo na Bacia Alto do Rio Grande-MG. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.4, p.719-730, 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TEIXEIRA NETO, J. F.; COSTA, N. A.; LOURENÇO JUNIOR, J. B. Análise retrospectiva, situação atual e visão prospectiva. In: TEIXEIRA NETO, J. F.; COSTA, N. A. (Eds.). **Criação de bovinos de corte no estado do Pará**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2006, p. 11-26.

TOURRAND, J. F.; VEIGA, J. B.; MARES GUIA, A. P. O.; CARVALHO, S. A.; PESSÔA, R. O. Strategies et pratiques d'élevage em Amazonie brésilienne: dynamisme e diversité dans l'agriculture familiale. In: PICHOT, J.; SIBELET, N.; LACOE VILHE, J. J. **Fertilité du milieu et stratégies paysannes sous lês tropiques humides: actes de seminaire**. Montpellier: CIRAD, 1995, p.197-205.

WERNER, J. C. **Adubação de pastagens**. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1986. 49p. (Boletim Técnico, 18).

WHITEHEAD, D. C. **Nutrient elements in Grassland soil-plant-animal relationships**. CAB International Publishing. Wallingford, Oxon, UK, 2000.

WIETHÖLTER, S. Efeito de fertilizantes minerais e organominerais nos rendimentos de culturas e em fatores de fertilidade do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, n.5, p.713-724, 1994.

## 2 PRODUÇÃO DE MASSA DE FORRAGEM E COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA DE *Panicum maximum* cv. Mombaça INFLUENCIADAS PELA ADUBAÇÃO COM RESÍDUO DE SIDERURGIA - PÓ DE BALÃO E FÓSFORO

**RESUMO** - O trabalho visou avaliar a produção de massa de forragem e composição químico-bromatológica da gramínea Mombaça (*Panicum maximum*) adubada com resíduo orgânico da indústria siderúrgica (pó de balão), em condições de campo. O delineamento experimental para produção de massa de forragem e minerais foi blocos casualizados, com três repetições e tratamentos arranjados em fatorial, nas parcelas combinadas, com três níveis de cada resíduo orgânico (pó de balão: 5 t/ha - PDB5, 10 t/ha - PDB10 e 20 t/ha - PDB20; e cama de aviário: 2 t/ha - CA2, 4 t/ha - CA4 e 8 t/ha - CA8), com quatro doses de fósforo (0, 150, 300 e 450 kg/ha de  $P_2O_5$ ), as parcelas foram avaliadas em quatro períodos de avaliação (1<sup>o</sup>, 2<sup>o</sup>, 3<sup>o</sup> e 4<sup>o</sup>), considerados, como subparcelas. Para composição bromatológica foi usado blocos casualizados, com duas repetições e parcela subdividida no tempo. Os fatores estudados foram: dois resíduos orgânicos (pó de balão: 5 t/ha - PDB5 e 20 t/ha - PDB20; e cama de aviário: 2 t/ha - CA2 e 8 t/ha - CA8), em combinação com duas doses de fósforo (150 e 450 kg/ha de  $P_2O_5$ ), e quatro períodos de avaliação (1<sup>o</sup>, 2<sup>o</sup>, 3<sup>o</sup> e 4<sup>o</sup>), como subparcelas. Em cada período de avaliação, a forragem coletada foi dividida em duas partes (colmo e folha). A máxima produção de massa de forragem, 15.795,77 kg/ha foi obtida ao adubar com cama de aviário no segundo período de avaliação. Os teores de macrominerais (N, P e K), microminerais (Cu, Fe e Zn) e composição bromatológica (MM, FDN, hemicelulose) foram influenciados significativamente pelos períodos de avaliação, em que, nos períodos mais chuvosos, proporcionaram condições propícias para o desenvolvimento vegetativo da planta com características aceitáveis para alimentação animal. Nos teores de Ca, Mg e MO, o pó de balão proporcionou maiores resultados ao comparar com cama de aviário. Os teores de Mn, MS, PB foram influenciados pela interação dos resíduos orgânicos e períodos de avaliação, sendo que, o pó de balão esteve associado ao maior teor de cada variável mencionada. O teor de FDA foi menor ao ser adubado com o pó de balão, o que melhora a qualidade nutricional do mombaça. Devido à presença de metais pesados na composição do resíduo orgânico, pó de balão, o risco de contaminação do solo e da forragem pode limitar seu uso agrícola como adubo orgânico.

**Palavras-chave:** Adubação orgânica, metais pesados, nutrientes, siderurgia, valor nutritivo.

**ABSTRACT** - This work had the objective to evaluate the production of forage mass and chemical-bromatologic composition of the Mombaça (*Panicum maximum*) grass fertilized with organic waste of the siderurgic industry (pó de balão), in conditions of field. A complete randomized block design for production of forage mass and minerals with three repetitions and treatments arranged in factorial in the plots combined with three levels of each organic waste (pó de balão: 5 t/ha - PDB5, 10 t/ha - PDB10, 20 t/ha - PDB20 and poultry litter: 2 t/ha - CA2, 4 t/ha - CA4, 8 t/ha - CA8) with four doses of phosphorus (0, 150, 300 and 450 kg/ha of  $P_2O_5$ ), the plots had been evaluated in four periods of evaluation (1<sup>th</sup>, 2<sup>th</sup>, 3<sup>th</sup> and 4<sup>th</sup>) considered as split-plots. For bromatologic composition, it was complete randomized block design with two repetitions and split-plots in the time. The studied factors had been: two organic wastes (pó de balão: 5 t/ha - PDB5 and 20 t/ha - PDB20 and poultry litter: 2 t/ha - CA2 and 8 t/ha - CA8) in combination with two doses of phosphorus (150 and 450 kg/ha of  $P_2O_5$ ), and four periods of evaluation (1<sup>th</sup>, 2<sup>th</sup>, 3<sup>th</sup> and 4<sup>th</sup>) as split-plots. In each period of evaluation, the collected forage was divided in two parts (stem and leaf). The maximum production of forage mass, 15,795.77 kg/ha was obtained by fertilizing with poultry litter in the second evaluation period. The levels of macrominerals (N, P and K), microminerals (Cu, Fe and Zn) and chemical composition (MM, NDF, hemicellulose) were significantly influenced by the evaluation period, in which, in wet periods, have provided favorable conditions for the development of plants with acceptable characteristics for animal feed. In Ca, Mg, OM, the "pó de balão" provided better results when compared to poultry litter. The contents of Mn, DM, CP were influenced by the interaction of organic products and evaluation periods, and the "pó de balão" were associated with higher levels of each variable mentioned. The FDA levels was lower to be fertilized with "pó de balão" which improves the nutritional quality of Mombaça. Due to the presence of heavy metals in the composition of organic waste, "pó de balão", the risk of contamination of soil and forage may limit their agricultural use as organic fertilizer.

**Key-words:** Organic fertilization, heavy metals, nutrients, siderurgy, nutritional value.

## 2.1 INTRODUÇÃO

Os sistemas brasileiros de produção de carne bovina caracterizam-se pela dependência de pastagens, as quais não suprem a totalidade das demandas nutricionais essenciais para manutenção e produção. Tendo em vista a baixa fertilidade da maioria dos solos brasileiros, torna-se necessário que se estabeleçam níveis de adubação para elevar capacidade produtiva, a qual interfere negativamente na quantidade de massa de forragem, bem como na baixa qualidade nutritiva, afetando a produtividade animal. Normalmente, a resposta das forrageiras aos nutrientes tem sido avaliada pela produção de massa seca da parte aérea e na composição químico-bromatológica (SANTOS et al., 2008).

De modo geral, os solos brasileiros apresentam deficiência de fósforo, um dos nutrientes mais importantes para vigor e desenvolvimento das plantas (FERREIRA et al., 2007). Em razão de ser limitante na produção das plantas e os solos brasileiros serem deficientes nesses nutrientes, a prática de adubação assume papel fundamental para estabelecimento e manutenção das pastagens (DIFANTE et al., 2006).

O uso de resíduos orgânicos e da indústria crescem no Brasil. A cama de aviário de baixo custo e rica em nutrientes tem potencial para adubação de pastagens e, no sistema produtivo, possui qualidade diferente, o que deve ser considerado na reposição de nutrientes (BENEDETTI et al., 2009). A indústria siderúrgica gera um resíduo denominado pó de balão, que é constituído por mistura de finos de óxidos de ferro, carvão vegetal e calcário, resultante do sistema de limpeza a seco dos gases dos altos fornos. Esse resíduo merece atenção, em decorrência do teor elevado de matéria orgânica (43,5%), com potencial para uso adubo orgânico (BRASIL et al., 2008). Os resíduos orgânicos têm papel fundamental ao proporcionar matéria orgânica ao solo e pastagens, pois, esse atributo apresenta potencial para ser utilizada como atributo-chave da qualidade do solo e pastagens, pois, além de satisfazer o requisito básico de ser sensível a modificações pelo manejo do solo, é ainda fonte primária de nutrientes às plantas, influenciando a infiltração, retenção de água e susceptibilidade à erosão (TEDESCO et al. 2008). Ela também atua sobre outros atributos, tais como: ciclagem de nutrientes, complexação de elementos tóxicos e estruturação do solo (SANTOS et al., 2008).

Embora o *Panicum maximum* cv. Mombaça apresente valor nutritivo e produtividade elevados, o manejo inadequado e perda de fertilidade do solo podem promover sua degradação rápida, o que compromete a qualidade e produtividade (DIAS-FILHO, 2007). O valor nutritivo das forrageiras de clima tropical está associado aos teores de proteína e

minerais reduzidos e conteúdo de fibras elevado, que ocorre em pastagens maduras ou não manejadas adequadamente. As frações fibrosas aumentam com a maturidade da planta, bem como a concentração de constituintes da parede celular, enquanto as protéicas reduzem nos tecidos vegetais. Com o aumento da produção de massa seca ocorre declínio na proporção de folhas, teor de proteína bruta e modificações no conteúdo de minerais da forragem (BUENO, 2003). Assim, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito do resíduo orgânico, pó de balão combinado com doses de fósforo sobre a massa de forragem e composição químico-bromatológica da gramínea *Panicum maximum* cv. Mombaça.

## 2.2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada, em condições de campo, conduzindo-se um experimento na Fazenda “Monte Castelo”, no município de Castanhal, Pará, situada entre as coordenadas geográficas de 01°18’03”S e 47°55’51”W, e 65 m de altitude, no período de julho de 2008 e julho de 2010. Neste estudo testou-se a aplicação de diferentes quantidades do resíduo pó de balão, em combinação com aplicação de doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

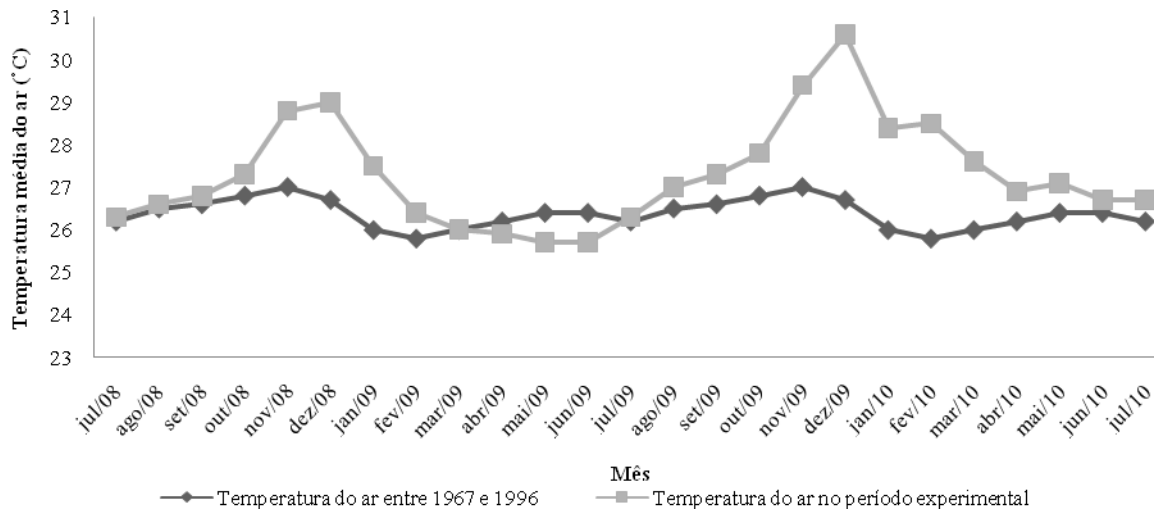
### 2.2.1 Características Climáticas

O clima é caracterizado como quente e úmido, com pequena amplitude térmica e grande variabilidade de chuva durante o ano, sendo este elemento considerado como regulador do calendário agrícola na região. O tipo climático é Ami, segundo Köppen, com precipitação pluviométrica média de 2.770 mm/ano, distribuída ao longo dos meses, com período mais chuvoso, de janeiro a junho, e menos chuvoso, de agosto a dezembro. A temperatura média anual é de 26,8°C, com média de umidade relativa do ar em torno de 85% (PACHECO e BASTOS, 2001; BASTOS et al., 2002).

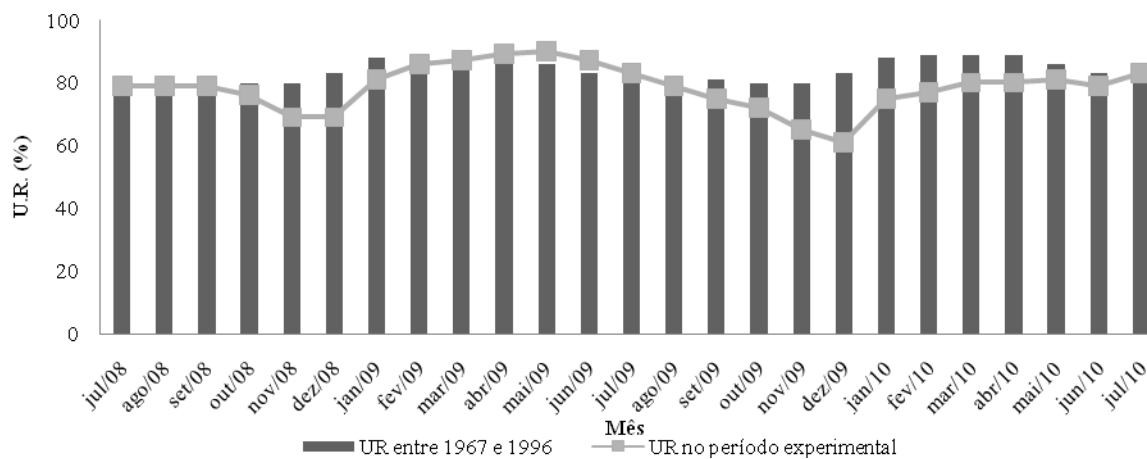
Nas Figuras 2 a 4 estão ilustrados os dados médios mensais de temperatura, umidade relativa do ar e precipitação pluvial, no período experimental, de julho de 2008 a julho de 2010, bem como entre 1967 a 1996, na Região Metropolitana de Belém, Pará. Em cada



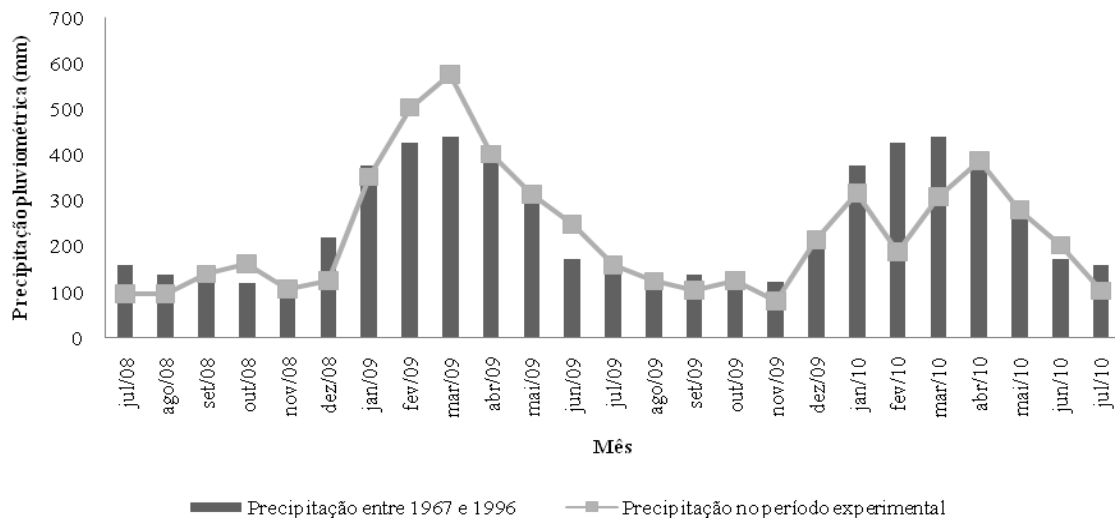
período de avaliação, o total de chuvas foi de: 1º período - 636 mm, 2º período - 2.153,4 mm, 3º período - 599 mm e 4º período - 1.287,2 mm.



**Figura 2** - Médias mensais da temperatura do ar, no período experimental, julho/2008 a julho/2010, e entre 1967 e 1996. Fonte: INMET/2º DISME, Castanhal, Pará; Adaptado de Bastos et al. (2002).



**Figura 3** - Médias mensais da umidade relativa do ar, no período experimental, julho/2008 a julho/2010, e entre 1967 e 1996. Fonte: INMET/2º DISME, Castanhal, Pará; Adaptado de Bastos et al. (2002).



**Figura 4** - Médias mensais de precipitação pluvial, no período experimental, julho/2008 a julho/2010, e entre 1967 e 1996. Fonte: INMET/2º DISME, Castanhal, Pará; Adaptado de Bastos et al. (2002).

## 2.2.2 Características do Solo na Área Experimental

O solo foi classificado como Latossolo Amarelo distrófico, textura média e os resultados das análises químicas e físicas das amostras coletadas, na camada superficial (0-20 cm), realizadas segundo metodologia da Embrapa (1997), antes da instalação do experimento, encontram-se na Tabela 1.

**Tabela 1** - Características químicas e físicas de Latossolo Amarelo distrófico, textura média, coletada na camada de 0 a 20 cm, em área de pastagem estabelecida com *Panicum maximum* cv. Mombaça, em Castanhal, Pará.

| Característica química <sup>1</sup>              | Valor |
|--|-------|
| pH em H <sub>2</sub> O                           | 5,0   |
| N (%)  | 0,29  |
| P (mg/dm <sup>3</sup> ) P - Melhlich- 1          | 11    |
| K (mg/dm <sup>3</sup> ) K - Melhlich- 1          | 48    |
| Na (mg/dm <sup>3</sup> )                         | 27    |
| Ca (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )*        | 3,5   |
| Mg (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )*        | 0,9   |
| Al (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )*        | 0,1   |
| H + Al (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )     | 4,79  |
| M.O (g/kg)                                       | 31,15 |
| CTC pH 7,0 (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> ) | 9,21  |
| Saturação por bases (%)                          | 47,99 |
| Característica física <sup>1</sup>               | Valor |
| Argila (g/kg)                                    | 140   |
| Silte (g/kg)                                     | 127   |
| Areia (g/kg)                                     | 733   |

<sup>1</sup> Média de três repetições; \* = solução extratora: Ca, Mg e Al em solução de KCl (1 N).

### 2.2.3 Características dos Teores de Metais Pesados no Solo e Forragem

Para caracterização de metais pesados na área de estudo, foram utilizadas amostras (forragem e solo), coletadas no último mês de condução do experimento (julho/2010). As amostras foram coletadas nos tratamentos que receberam adubação com as maiores doses de pó de balão (20 t/ha) e de cama de aviário (8 t/ha), na ausência de fósforo. Na ocasião da amostragem, essas áreas haviam recebido três aplicações dos resíduos estudados, em quantidades de acordo com os tratamentos, a cada quatro meses. As amostras de forragem foram secas em estufa, a 55 °C, durante 72 horas, moídas e acondicionadas em recipientes de plástico, enquanto as amostras de solo foram secadas ao ar, destorroadas e passadas em peneira, com malha de 2 mm de abertura. Foram enviadas aproximadamente 200 g de solo e 200 g de forragem, referentes a cada tratamento, para análise laboratorial de metais pesados, realizada no Instituto Agrônomo de Campinas - IAC. As determinações de cada elemento foram realizadas segundo métodos descritos por Andrade e Abreu (2006).

Na Tabela 2 está apresentado o teor total dos metais: arsênio (Ar), bário (Ba), cádmio (Cd), chumbo (Pb), cromo (Cr), níquel (Ni) e vanádio (Va), na forrageira e no solo adubado com resíduos oriundos da siderurgia e criação avícola e os valores de prevenção para solos, conforme o preconizado pelo CONAMA (2009) e, para forragem, foi descrita segundo Kabata-Pendias e Pendias (1984).

**Tabela 2** - Teores dos metais pesados (mg/kg) na gramínea Mombaça (*Panicum maximum*) e solo, adubados com resíduos orgânicos, pó de balão e cama de aviário.

| Amostra                                    | Ar                  | Ba                  | Cd                  | Pb                  | Cr                  | Ni                  | Va                  |
|--|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Teor de metais pesados (mg/kg) na gramínea |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |
| Pó de balão                                | <1,0 <sup>(1)</sup> | 2,9                 | <1,0 <sup>(1)</sup> | <1,0 <sup>(1)</sup> | <1,0 <sup>(1)</sup> | <1,0 <sup>(1)</sup> | <1,0 <sup>(1)</sup> |
| Cama de aviário                            | <1,0 <sup>(1)</sup> | 2,2                 | <1,0 <sup>(1)</sup> | <1,0 <sup>(1)</sup> | <1,0 <sup>(1)</sup> | <1,0 <sup>(1)</sup> | <1,0 <sup>(1)</sup> |
| Valor de prevenção*                        | -                   | -                   | 5-20                | 5-10                | 1-5                 | -                   | -                   |
| Teor de metais pesados (mg/kg) no solo     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |
| Pó de balão                                | 1,9                 | <1,0 <sup>(1)</sup> | <1,0 <sup>(1)</sup> | <1,0 <sup>(1)</sup> | 10                  | <1,0 <sup>(1)</sup> | <1,0 <sup>(1)</sup> |
| Cama de aviário                            | <1,0 <sup>(1)</sup> | 1,5                 | <1,0 <sup>(1)</sup> | <1,0 <sup>(1)</sup> | 14,1                | <1,0 <sup>(1)</sup> | 4,8                 |
| Valor de prevenção**                       | 15                  | 150                 | 1,3                 | 72                  | 75                  | 25                  | -                   |

<sup>(1)</sup> Menor do que o limite de quantificação. \* Teores considerados normais para vegetais segundo Kabata-Pendias e Pendias (1984); \*\*Definido pelo CONAMA (2009).

### 2.2.4 Delineamento Experimental e Tratamentos

O delineamento experimental utilizado para produção de massa de forragem e nutrientes foi de blocos ao caso, com três repetições, e os tratamentos arranjados de forma

fatorial nas parcelas, combinadas com três níveis de cada resíduo orgânico (pó de balão: 5 t/ha - PDB5, 10 t/ha - PDB10, 20 t/ha - PDB20 e cama de aviário: 2 t/ha - CA2, 4 t/ha - CA4, 8 t/ha - CA8), com quatro doses de fósforo (0, 150, 300 e 450 kg/ha de  $P_2O_5$ ), na forma de fósforo natural reativo de Arad, com base no  $P_2O_5$ -Total, e as parcelas avaliadas em quatro períodos de avaliação (1º, 2º, 3º e 4º), considerados como subparcelas.

Quanto à análise de composição bromatológica, o delineamento experimental foi blocos ao acaso, com duas repetições, e parcela subdividida no tempo. Os fatores estudados foram: dois resíduos orgânicos (pó de balão: 5 t/ha - PDB5 e 20 t/ha - PDB20 e cama de aviário: 2 t/ha - CA2 e 8 t/ha - CA8), em combinação com duas doses de fósforo (150 e 450 kg/ha de  $P_2O_5$ ), na forma de fósforo natural reativo de Arad, e quatro períodos de avaliação (1º, 2º, 3º e 4º), como subparcelas. Em cada período de avaliação, a forragem coletada foi dividida em duas partes (colmo e folha). A cama de aviário foi utilizada como padrão de comparação. Na Tabela 3 estão os resultados das análises químicas dos dois resíduos orgânicos estudados, realizadas no Laboratório Campo Análises Agrícolas e Ambientais, em Paracatu, Minas Gerais.

**Tabela 3** - Análise química (%) dos resíduos orgânicos utilizados.

| Característica (%) | Resíduo orgânico |             |
|--------------------|------------------|-------------|
|                    | Cama de aviário  | Pó de balão |
| Umidade a 65°C     | 0,5              | 22,1        |
| Carbono orgânico   | 2,8              | 28,7        |
| $P_2O_5$ - total   | 0,17             | 0,12        |
| $K_2O$             | 0,38             | 0,17        |
| CaO                | 4,16             | 2,01        |
| MgO                | 0,54             | 0,50        |
| S                  | 0,08             | 0,10        |
| B                  | 0,004            | 0,001       |
| Zn                 | 0,001            | 0,030       |
| Fe                 | 1,28             | 11,87       |
| Mn                 | 0,02             | 0,25        |
| Cu                 | 0,002            | 0,004       |
| Co                 | -                | <0,001      |
| Mo                 | -                | <0,001      |
| Cl                 | -                | <0,07       |
| Si total           | -                | 2,07        |
| Cr                 | 0,011803         | 0,02        |
| Cd                 | <0,0000288       | 0,0004      |
| Pb                 | <0,00446         | <0,0005     |
| As                 | 0,000126         | 0,0002      |
| Hg                 | 0,0000001        | 0,000009    |
| Se                 | 0,00021          | 0,000024    |
| V                  | 0,03352          | 0,002207    |
| Ba                 | 0,04311          | 0,013885    |
| N total            | <0,06            | 0,005       |
| pH em $CaCl_2$     | 8,9              | 8,0         |

Laboratório Campo Análises Agrícolas e Ambientais - PARACATU/MG.

### 2.2.5 Condução do Experimento

O trabalho foi realizado em área com pastagem estabelecida há 15 anos e sem uso com a gramínea *Panicum maximum* cv. Mombaça. O início do experimento foi estabelecido por corte de uniformização da forrageira, realizado em julho/2008. O período experimental foi dividido, de acordo com os meses de menor e maior intensidade de chuvas, dentro de cada ano, estabelecendo-se quatro períodos de avaliação, nos dois anos da pesquisa. No **primeiro período** foram considerados os meses de setembro, outubro, novembro e dezembro de 2008, **no segundo**, janeiro, fevereiro, março, abril e maio de 2009, **no terceiro**, julho, agosto, setembro, outubro e novembro de 2009, enquanto **no quarto** janeiro, fevereiro, março, abril, maio e julho de 2010.

Nas unidades experimentais, com área útil de 3x3 m<sup>2</sup>, foi realizado o corte de uniformização de 30 cm acima do solo, com roçadeira mecânica, para homogeneização da forrageira que, após sete dias, foi adubada com resíduos orgânicos e adubo fosfatado. No período experimental, todas as parcelas foram coletadas a cada 35 dias, a altura de 15 cm do solo. Em seguida foram pesadas no campo, onde foi retirada uma subamostra representativa de cada, acondicionadas em saco de papel e identificadas, para determinação do percentual de massa seca e produção de massa de forragem, além de análises químico-bromatológicas.

### 2.2.6 Determinação da Composição Bromatológica da Forrageira

Para determinação da produção de massa de forragem realizou-se a soma da produção de cada corte da gramínea em cada mês dentro de cada período experimental. As análises laboratoriais de composição bromatológica foram realizadas, em Belém, Pará, no Laboratório de Análise de Alimentos do Departamento de Zootecnia, da Universidade Federal Rural da Amazônia. Para avaliação da composição bromatológica, efetuou-se amostragem da forrageira, dentro de cada período de avaliação (Período 1: outubro/2009, Período 2: março/2009, Período 3: outubro/2010 e Período 4: abril/2010). Foram escolhidos os tratamentos com a menor e a maior dose de cada resíduo orgânico (PDB: 5 e 20 t/ha e CA: 2 e 8 t/ha) e doses de fósforo (150 e 450 kg/ha). As amostras foram separadas, nos seguintes

componentes: folha verde (folha em alongamento + folha expandida) e colmo (colmo + bainha).

As amostras foram secadas em estufa de ventilação forçada de ar, com temperatura de 55 °C, por 72 horas, para determinação da matéria seca, de acordo com Silva e Queiroz (2002). Depois de moídas, em moinho tipo Willey, com peneira de 1 mm, foram levadas à estufa, a 105 °C, por 24 horas, para obtenção do percentual de MS da amostra seca na estufa (ASE). O percentual de MS final correspondeu ao resíduo da amostra seca ao ar (ASA) e ASE, dividido por 100.

Amostras de ASA foram analisadas nos seus conteúdos de proteína bruta (PB), pelo método semimicro Kjeldahl (AOAC, 1997). Os teores de matéria orgânica (MO) foram calculados subtraindo-se da MS, o percentual de matéria mineral (MM), obtido pela incineração das amostras, em mufla, a 550 °C, por cinco horas. Os teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (LIG) foram determinados pelo método descrito por Van Soest (1994), enquanto que os de celulose (CEL) e hemicelulose (HEM), pela metodologia de Silva e Queiroz (2002).

### **2.2.7 Determinação do Teor de Minerais na Forrageira**

As determinações de macro e microminerais no tecido vegetal foram realizadas conforme metodologia descrita por Sarruge e Haag (1974), coletando-se amostras na parte aérea, durante todo o período experimental, no Laboratório de Análise de Solos da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, Pará. Determinaram-se os teores dos macrominerais (N, P, K, Ca e Mg) e microminerais (Cu, Mn, Fe e Zn). O N total foi obtido de acordo com o método de Kjeldhal. Os nutrientes P, K, Ca e Mg foram determinados após a digestão com solução nitro-perclórica 2:1. O P foi quantificado por colorimetria, K por fotometria de chama e Ca, Mg e microminerais, por espectrofotometria de absorção atômica.

### **2.2.8 Análise Estatística**

Os resultados de produção de massa de forragem e nutrientes foram submetidos à análise de variância, a fim de avaliar o efeito dos resíduos orgânicos, combinados com níveis

de fósforo. Procedeu-se análise de regressão para a variável dose de  $P_2O_5$  e decomposição da soma de quadrado de  $P_2O_5$ , em efeitos linear, quadrático e cúbico. Os resíduos orgânicos e períodos de avaliação foram comparados pelo teste F, em nível de 5% de probabilidade. Os resultados da composição bromatológica foram submetidos à análise de variância, para avaliar a influência do efeito dos resíduos orgânicos, combinados com níveis de fósforo, com teste de médias (Tukey 5%), para as variáveis: resíduo orgânico, períodos de avaliação, parte da planta e doses de  $P_2O_5$ .

## 2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 2.3.1 Atributos Químicos do Solo

Mesmo sem calagem, o pH aumentou nas parcelas com aplicação dos resíduos orgânicos, combinados com doses de  $P_2O_5$ . Esse comportamento demonstra que o uso de fontes orgânicas, conforme Selbach e Sá (2004), pode promover alterações de pH, ou seja, com aplicação consecutiva, tende-se a reduzir a necessidade de correção de acidez.

A aplicação dos resíduos orgânicos incrementou os teores de P e K. A disponibilidade de P no solo é aumentada pela matéria orgânica decomposta, considerando-se que certos compostos orgânicos formam complexos com ferro e alumínio, que evitam a formação de compostos insolúveis de fósforo com esses dois elementos (PEREIRA et al., 2000). Os resultados obtidos para fósforo, no presente trabalho, são previsíveis, em função do elevado teor de fósforo nos resíduos orgânicos utilizados como adubos.

Os teores de Ca e Mg apresentaram pequena elevação. Com a incorporação de resíduos orgânicos ao solo, ocorreu maior acúmulo de matéria orgânica, conseqüentemente maior quantidade de cálcio, devido à mineralização da matéria orgânica, o que provoca a liberação de nutrientes no solo, entre eles, cálcio e, em menor quantidade, magnésio (PEREIRA et al., 2000).

Independentemente da quantidade dos resíduos orgânicos aplicados, reduziu, considerável, a concentração de alumínio trocável, provavelmente, em função do aumento do pH e saturação por bases do solo. Constatou-se redução da concentração inicial de Al, de 1,8

cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup> para 0,1 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>, o que indica efeito positivo da aplicação dos resíduos orgânicos, na neutralização do alumínio trocável do solo (Tabela 4).

**Tabela 4** - Atributos químicos do solo antes e após a aplicação dos resíduos orgânicos e dose de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> em Latossolo Amarelo distrófico, textura média, em Castanhal, Pará.

| Dose de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub><br>kg/ha | pH                                 | N    | MO    | P                  | K  | Na | Ca                                 | Ca+Mg | Al  | H+Al |
|--|------------------------------------|------|-------|--------------------|----|----|------------------------------------|-------|-----|------|
|  | Água                               | %    | g/kg  | mg/dm <sup>3</sup> |    |    | cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> |       |     |      |
|  | Antes da aplicação dos tratamentos |      |       |                    |    |    |                                    |       |     |      |
|  | 5,0                                | 0,29 | 34,33 | 11                 | 28 | 27 | 1,5                                | 2,4   | 1,8 | 4,79 |
|  | Cama de aviário - 2 t/ha           |      |       |                    |    |    |                                    |       |     |      |
| P0   | 5,6                                | 0,34 | 35,62 | 16                 | 29 | 33 | 3,0                                | 4,6   | 0,1 | 3,63 |
| P100   | 5,6                                | 0,32 | 36,08 | 69                 | 33 | 33 | 2,7                                | 4,4   | 0,1 | 4,46 |
| P200   | 5,8                                | 0,32 | 36,83 | 207                | 38 | 27 | 3,3                                | 4,4   | 0,1 | 4,13 |
| P300   | 5,6                                | 0,32 | 36,27 | 233                | 35 | 32 | 2,6                                | 5,1   | 0,1 | 4,29 |
|  | Cama de aviário - 4 t/ha           |      |       |                    |    |    |                                    |       |     |      |
| P0   | 5,6                                | 0,31 | 38,87 | 17                 | 38 | 38 | 3,1                                | 4,4   | 0,1 | 4,13 |
| P100   | 5,7                                | 0,32 | 37,30 | 71                 | 45 | 37 | 3,1                                | 4,7   | 0,1 | 4,46 |
| P200   | 5,7                                | 0,34 | 34,76 | 208                | 43 | 25 | 2,7                                | 4,4   | 0,1 | 4,13 |
| P300   | 5,6                                | 0,35 | 36,54 | 225                | 35 | 30 | 3,4                                | 4,9   | 0,1 | 4,13 |
|  | Cama de aviário - 8 t/ha           |      |       |                    |    |    |                                    |       |     |      |
| P0   | 5,6                                | 0,31 | 32,87 | 18                 | 48 | 40 | 3,0                                | 4,8   | 0,1 | 4,46 |
| P100   | 5,7                                | 0,32 | 34,30 | 88                 | 38 | 45 | 3,1                                | 4,4   | 0,1 | 3,63 |
| P200   | 5,6                                | 0,32 | 33,83 | 217                | 50 | 27 | 2,4                                | 4,9   | 0,1 | 3,8  |
| P300   | 5,4                                | 0,34 | 33,92 | 222                | 44 | 27 | 2,4                                | 4,9   | 0,1 | 4,12 |
|  | Pó de balão - 5 t/ha               |      |       |                    |    |    |                                    |       |     |      |
| P0   | 5,6                                | 0,31 | 34,35 | 15                 | 27 | 23 | 3,0                                | 4,4   | 0,1 | 4,46 |
| P100   | 5,7                                | 0,34 | 32,04 | 54                 | 37 | 29 | 3,1                                | 4,7   | 0,1 | 4,13 |
| P200   | 5,6                                | 0,37 | 31,23 | 166                | 27 | 32 | 2,8                                | 4,4   | 0,1 | 4,29 |
| P300   | 5,7                                | 0,38 | 34,92 | 253                | 29 | 31 | 3,3                                | 4,4   | 0,1 | 3,8  |
|  | Pó de balão - 10 t/ha              |      |       |                    |    |    |                                    |       |     |      |
| P0   | 5,8                                | 0,31 | 36,83 | 17                 | 31 | 23 | 3,4                                | 4,9   | 0,1 | 4,29 |
| P100   | 5,6                                | 0,32 | 33,57 | 91                 | 29 | 21 | 2,5                                | 4,9   | 0,1 | 4,46 |
| P200   | 5,7                                | 0,33 | 33,23 | 233                | 40 | 20 | 3,0                                | 4,6   | 0,1 | 3,8  |
| P300   | 5,7                                | 0,33 | 38,32 | 255                | 33 | 19 | 2,9                                | 4,4   | 0,1 | 4,13 |
|  | Pó de balão - 20 t/ha              |      |       |                    |    |    |                                    |       |     |      |
| P0   | 5,6                                | 0,34 | 35,72 | 19                 | 29 | 28 | 2,9                                | 4,5   | 0,1 | 3,96 |
| P100   | 5,7                                | 0,34 | 37,65 | 103                | 31 | 27 | 3,0                                | 4,6   | 0,1 | 3,63 |
| P200   | 5,8                                | 0,34 | 38,56 | 182                | 35 | 22 | 2,7                                | 4,7   | 0,1 | 4,29 |
| P300   | 5,7                                | 0,37 | 37,70 | 183                | 40 | 21 | 3,4                                | 4,4   | 0,1 | 4,29 |

### 2.3.2 Produção de Massa de Forragem

Os quadrados médios (QM) da produção de massa de forragem e características químico-bromatológicas da pastagem de *Panicum maximum* cv. Mombaça, encontram-se no Anexo 1. A produção de massa de forragem apresentou efeito significativo ( $p < 0,05$ ), no referente à interação período vs. resíduo orgânico (Tabela 5).



**Tabela 5** - Massa de forragem (kg MS/ha) de *Panicum maximum* cv. Mombaça, em função da interação, período de avaliação vs. resíduo orgânico, em Castanhal, Pará.

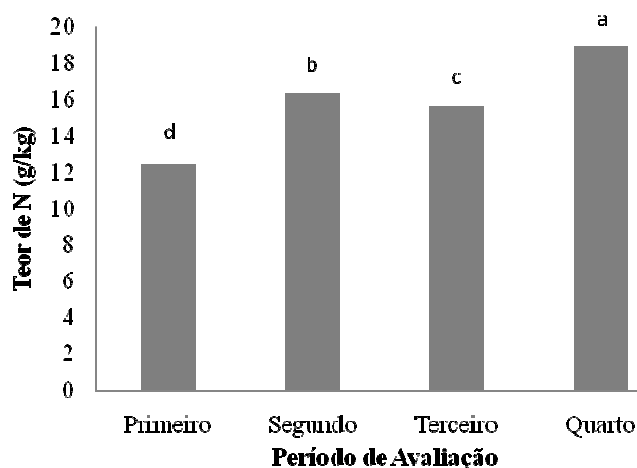
| Período  | Massa de forragem (kg/ha) da gramínea |             |
|----------|---------------------------------------|-------------|
|          | Cama de aviário                       | Pó de balão |
| Primeiro | 12.137,97cA                           | 8.755,50bB  |
| Segundo  | 15.795,77aA                           | 13.198,85aB |
| Terceiro | 7.125,39dA                            | 6.067,38cA  |
| Quarto   | 14.269,5bA                            | 13.275,11aA |

Primeiro período: Set., out., nov. e dez. 2008; Segundo: Jan., fev., mar., abr. e mai. 2009; Terceiro: Jul., ago., set., out. e nov. 2009; e Quarto: Jan., fev., mar., abr., mai. e jul. 2010. Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas, nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem ( $p < 0,05$ ).

Independentemente do resíduo orgânico utilizado, nos períodos com maior intensidade de chuvas, segundo e quarto, verificam-se as maiores produções de massa da forragem, que diferiram significativamente das produções do período de estiagem, primeiro e terceiro, o que indica a sensibilidade da forrageira diante de oscilações climáticas, principalmente precipitação pluvial reduzida. E, somente no primeiro e segundo períodos, a cama de aviário foi superior ao pó de balão, enquanto nos demais foram semelhantes. Araújo et al. (2008) obtiveram produção de massa de forragem de 16.300 kg/ha, quando adubaram a gramínea Mombaça com cama de aviário. Pode-se supor que não houve efeito da aplicação de fósforo na produção de massa de forragem, pelo fato da gramínea Mombaça apresentar boas condições de vegetação, no primeiro ano após o estabelecimento do experimento.

### 2.3.3 Teor de Minerais na Matéria Seca da Forrageira

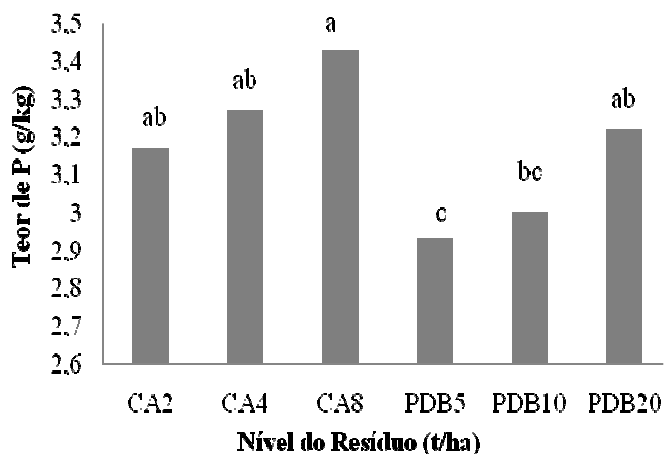
O teor de N da matéria seca (MS) na gramínea Mombaça foi influenciado significativamente ( $p < 0,05$ ) pelos períodos de avaliação, com maiores valores registrados nos períodos chuvosos (Figura 5).



**Figura 5** - Teor médio de N (g/kg) na matéria seca de *Panicum maximum* cv. Mombaça, nos períodos de avaliação, em Castanhal, Pará.

O teor de N da gramínea elevou-se nos períodos mais chuvosos. Em geral, os teores de N na MS da parte aérea da gramínea Mombaça estiveram próximos aos relatados por Costa e Oliveira (1994) e Costa et al. (1998), em 20 genótipos de *Panicum*, em Rondônia. Em todos os períodos de avaliação, os teores de N ficaram acima das exigências mínimas requeridas por bovinos de corte, de 11,2 g/kg (NRC, 2000).

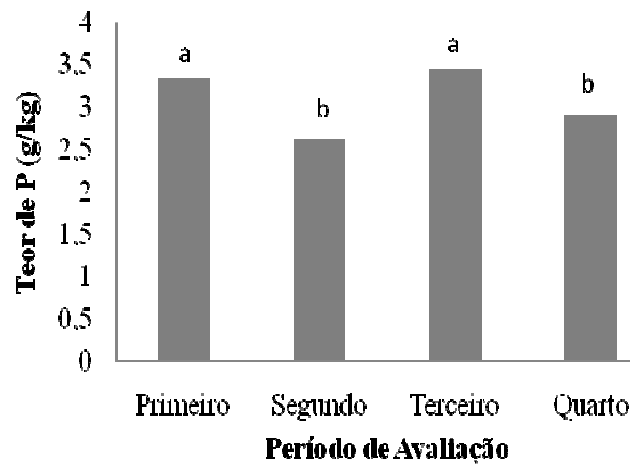
Os teores de P na MS da gramínea Mombaça foram influenciados significativamente ( $p < 0,05$ ), pelos níveis dos resíduos (Figura 6) e períodos de avaliação (Figura 7).



**Figura 6** - Teor médio de P (g/kg) na matéria seca de *Panicum maximum* cv. Mombaça, em função dos níveis dos resíduos orgânicos, em Castanhal, Pará.

Com aumento dos níveis dos resíduos orgânicos nota-se elevação no teor de P, devido à presença do mineral na composição de cada resíduo orgânico, portanto, em doses elevadas, ocorreu acréscimo desse elemento mineral na gramínea Mombaça. A maior dose CA (8 t/ha) proporcionou maior teor de P, entretanto, as demais doses do mesmo resíduo orgânico e a maior dose de PDB não se diferenciaram. Foram observados, em todos os níveis

dos resíduos orgânicos utilizados, teores de P superiores aos descritos por Hoffmann et al. (1995), de 2,0 a 2,6 g/kg.

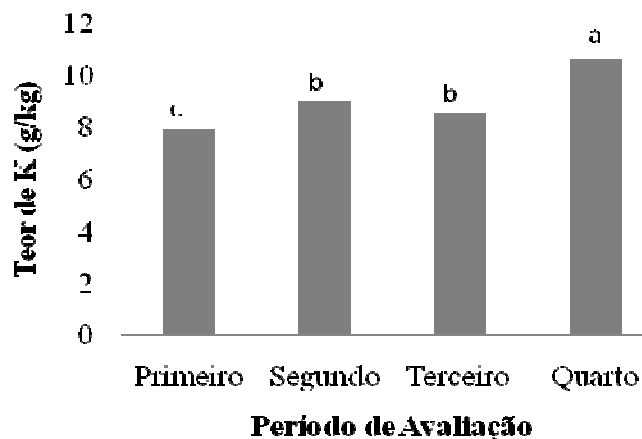


**Figura 7** - Teor médio de P (g/kg) na matéria seca de *Panicum maximum* cv. Mombaça, nos períodos de avaliação, em Castanhal, Pará.

Houve maior teor de P, nos períodos com menor incidência de chuvas (primeiro e terceiro). Os teores de P na MS da parte aérea de *Panicum maximum* cv. Mombaça, independentemente dos resíduos orgânicos utilizados, foram superiores ao nível crítico de P, para *Panicum maximum* cv. Massai (2,27 g/kg) (COSTA et al., 2003). Entretanto, no presente trabalho, os valores de P, nos períodos considerados chuvosos (segundo e quarto), de 2,62 e 2,90 g/kg, respectivamente, ficaram abaixo da faixa de suficiência, entre 3,1 e 4,0 g/kg, para animais em pastejo (MCDOWELL, 2006).

Os resíduos influenciaram significativamente ( $p < 0,05$ ) o teor de K na MS da parte aérea de *Panicum maximum* cv. Mombaça. Esse nutriente, na gramínea adubada com cama de aviário, foi superior à fertilizada com pó de balão, respectivamente, de 9,53 e 7,52 g/kg. Entretanto, foram inferiores aos determinados por Macedo et al. (1993) e Euclides et al. (1995). Níveis deficientes de qualquer um dos quinze elementos considerados essenciais para o animal limitam o consumo e a utilização da forrageira. A concentração dos minerais varia com a gramínea, estágio de crescimento e sua disponibilidade no solo (EUCLIDES, 2000).

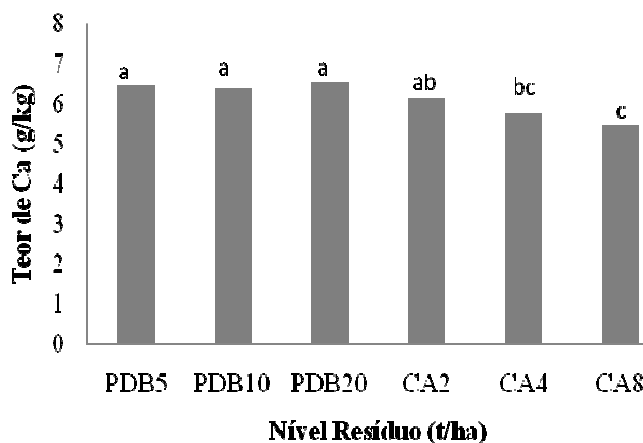
Os períodos de avaliação influenciaram significativamente o teor de K da gramínea (Figura 8).



**Figura 8** - Teor médio de K (g/kg) na matéria seca de *Panicum maximum* cv. Mombaça, nos períodos de avaliação, em Castanhal, Pará.

A disponibilidade do potássio no período mais chuvoso foi superior, devido às adubações realizadas com resíduos orgânicos, combinadas com  $P_2O_5$ , pois a adubação, além de aumentar diretamente o nível de K no solo, incrementa o nutriente na forragem. Outro fator importante relaciona-se com a taxa de mineralização da matéria orgânica, quando, através da atividade microbiana, o K é liberado nas formas solúvel ou trocável, que pode ser aproveitado pelas plantas (PEREIRA, 2001). A elevação do teor de potássio no solo e, conseqüentemente na pastagem pode ser alterada, somente através da aplicação de fertilizantes minerais e orgânicos (BRAGA, 1996). A exigência de potássio para ótimo crescimento das plantas varia entre 20 e 50 g/kg de massa seca do vegetal (MARSCHNER, 1995). Assim, os teores de K do presente trabalho encontram-se inferiores.

O teor de Ca na MS da gramínea Mombaça foi influenciado pelos resíduos orgânicos, a fertilização com pó de balão foi superior a cama de aviário, 6,45 e 5,78 g/kg, respectivamente. Houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) dos níveis dos resíduos (Figura 9).



**Figura 9** - Teor médio de Ca (g/kg) na matéria seca de *Panicum maximum* cv. Mombaça, em função dos níveis dos resíduos orgânicos utilizados, em Castanhal, Pará.

Esperava-se que o teor de Ca na gramínea fosse superior com adubação de cama de aviário, devido sua composição possuir maior quantidade desse elemento, comparado ao pó de balão. Entretanto, ao se adubar com pó de balão, não foi observada diferença significativa entre os níveis do resíduo. Os teores de Ca, na MS da parte aérea do presente trabalho, foram próximos aos obtidos por Costa et al. (2003), que observaram variações em teores médios de Ca, no Mombaça, entre 5,78 e 6,25 g/kg. Segundo Dias et al. (2007), o teor médio de cálcio, nessa gramínea, foi de 4,70 g/kg, cujo valor é adequado para atender as exigências de bovinos em pastejo. O nível adequado de Ca nas forrageiras encontra-se entre 3,0 e 8,0 g/kg (WERNER et al., 1996).

No presente trabalho o teor de Mg na MS da gramínea foi influenciado significativamente ( $p < 0,05$ ) pela interação período vs. resíduo orgânico (Tabela 6).

**Tabela 6** - Teor médio de Mg (g/kg) na matéria seca de *Panicum maximum* cv. Mombaça, em função da interação, período de avaliação vs. resíduo orgânico, em Castanhal, Pará.

| Período  | Teor de Mg (g/kg) na MS da gramínea |             |
|----------|-------------------------------------|-------------|
|          | Cama de aviário                     | Pó de balão |
| Primeiro | 3,75cB                              | 4,49aA      |
| Segundo  | 4,73aA                              | 4,8aA       |
| Terceiro | 4,16bB                              | 4,7aA       |
| Quarto   | 2,81dA                              | 2,87bA      |

Primeiro período: Set., out., nov. e dez. 2008; Segundo: Jan., fev., mar., abr. e mai. 2009; Terceiro: Jul., ago., set., out. e nov. 2009; e Quarto: Jan., fev., mar., abr., mai. e jul. 2010. Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas, nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem ( $p < 0,05$ ).

Em relação à gramínea, no quarto período avaliado, houve menor teor de Mg. Os valores do presente trabalho encontram-se dentro da faixa de variação do Mg indicada por Costa et al. (1998), entre 2,76 e 5,32 g/kg, entretanto, abaixo dos obtidos por Vuolo (2006). Os quadrados médios dos microminerais encontram-se no Anexo 1. A interação período vs. nível do resíduo foi a que melhor explicou o efeito significativo ( $p < 0,05$ ) das fontes de variância, com relação ao teor de Cu (Tabela 7).

**Tabela 7** - Teor médio de Cu (mg/kg) na matéria seca de *Panicum maximum* cv. Mombaça, em função da interação, períodos de avaliação vs. nível do resíduo orgânico, em Castanhal, Pará.

| Período  | Cama de aviário (t/ha)               |        |        | Pó de balão (t/ha) |        |        |
|----------|--------------------------------------|--------|--------|--------------------|--------|--------|
|          | 2                                    | 4      | 8      | 5                  | 10     | 20     |
|          | Teor de Cu (mg/kg) na MS da gramínea |        |        |                    |        |        |
| Primeiro | 3,41dB                               | 3,48cB | 3,98bA | 3,92cA             | 3,62cA | 3,59cA |
| Segundo  | 4,88aA                               | 4,92aA | 4,78aA | 4,91aA             | 4,90aA | 4,85aA |
| Terceiro | 3,96cA                               | 3,81cA | 3,75bA | 3,78cA             | 3,87cA | 3,75cA |
| Quarto   | 4,33baA                              | 4,5baA | 4,54aA | 4,53bA             | 4,35bA | 4,26bA |

Primeiro período: Set., out., nov. e dez. 2008; Segundo: Jan., fev., mar., abr. e mai. 2009; Terceiro: Jul., ago., set., out. e nov. 2009; e Quarto: Jan., fev., mar., abr., mai. e jul. 2010. Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas, nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem ( $p < 0,05$ ).

Em geral, os teores de Cu não variaram, em função do aumento dos níveis dos resíduos orgânicos, exceto os níveis de cama de aviário, no primeiro período. Entre os níveis de cada resíduo, houve maiores teores de Cu, nos períodos chuvosos (segundo e quarto). O teor médio de Cu, no período de maior intensidade de chuvas, foi de 4,65 mg/kg e no período seco, de 3,75 mg/kg. O nível adequado de Cu nas forrageiras encontra-se entre 5 e 20 mg/kg. Esses teores são inferiores aos obtidos por Euclides (1995), quando avaliou as forrageiras Tanzânia e Mombaça, com média de 6,0 mg de Cu/kg e por Costa et al. (2003), em Tanzânia, com valores de 8,0 mg/kg e 3,9 mg/kg de Cu, respectivamente, nos períodos chuvoso e seco. Soares et al. (2010) ao avaliar o estado nutricional do Tanzânia irrigado, com doses de N e alturas de corte, obtiveram resultados próximo aos do presente trabalho, com média de 4,1 mg/kg de Cu. Conforme o Anexo 1, a interação período vs. resíduo orgânico apresentou efeito significativo para o teor de Mn na MS da gramínea (Tabela 8).

**Tabela 8** - Teor médio de Mn (mg/kg) na matéria seca de *Panicum maximum* cv. Mombaça, em função da interação, períodos de avaliação vs. resíduo orgânico, em Castanhal, Pará.

| Período  | Teor de Mn (mg/kg) na MS da gramínea |             |
|----------|--------------------------------------|-------------|
|          | Cama de aviário                      | Pó de balão |
| Primeiro | 76,12bB                              | 77,61bA     |
| Segundo  | 70,56dA                              | 70,08dA     |
| Terceiro | 79,96aA                              | 80,09aA     |
| Quarto   | 73,6cA                               | 73,51cA     |

Primeiro período: Set., out., nov. e dez. 2008; Segundo: Jan., fev., mar., abr. e mai. 2009; Terceiro: Jul., ago., set., out. e nov. 2009; e Quarto: Jan., fev., mar., abr., mai. e jul. 2010. Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas, nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem ( $p < 0,05$ ).

No período seco, os teores de Mn foram maiores. O resíduo orgânico pó de balão proporcionou maior teor de Mn na gramínea, no primeiro período de avaliação, ao comparar com a cama de aviário, 77,61 e 76,12 mg/kg, respectivamente, e, nos demais períodos não houve diferença entre os resíduos orgânicos. Os teores de Mn na MS, da parte aérea da gramínea, apresentaram teores superiores à média obtida por Oliveira et al. (2008), de 68,49 mg/kg. Conforme Guimarães et al. (1980), a faixa de 20-120 mg/kg é considerada como nível adequado do mineral nas gramíneas.

Houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) da interação período vs. resíduo orgânico, no teor de Fe na MS da gramínea (Tabela 9).

**Tabela 9** - Teor médio de Fe (mg/kg) na matéria seca de *Panicum maximum* cv. Mombaça, em função da interação, períodos de avaliação vs. resíduo orgânico, em Castanhal, Pará.

| Período  | Teor de Fe (mg/kg) na MS da gramínea |             |
|----------|--------------------------------------|-------------|
|          | Cama de aviário                      | Pó de balão |
| Primeiro | 129,74bA                             | 129,81cA    |
| Segundo  | 180,33aB                             | 194,72aA    |
| Terceiro | 183,25aA                             | 175,76bA    |
| Quarto   | 187,93aA                             | 182,16abA   |

Primeiro período: Set., out., nov. e dez. 2008; Segundo: Jan., fev., mar., abr. e mai. 2009; Terceiro: Jul., ago., set., out. e nov. 2009; e Quarto: Jan., fev., mar., abr., mai. e jul. 2010. Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas, nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem ( $p < 0,05$ ).

No segundo período de avaliação, o pó de balão proporcionou maior teor de Fe, enquanto nos demais períodos foi semelhante. Os teores de Fe na MS da parte aérea da gramínea apresentaram valores relativamente mais altos, com médias de 186,3 mg/kg e 154,63 mg/kg, nos períodos chuvoso e seco, respectivamente. Segundo o NRC (2000), o teor adequado de Fe na nutrição de bovinos de corte é de 50 mg/kg. Assim, os resultados obtidos no presente trabalho foram superiores. Os resultados de Euclides et al. (1995), em acesso BRA 7102, foram superiores, de 205 mg/kg de Fe, no período chuvoso. Entretanto, os teores médios relatados no mesmo trabalho, com as gramíneas Tanzânia e Mombaça, respectivamente, de 85 e 93 mg/kg, e os de Costa et al. (2003), com Tanzânia (81,4 mg/kg), são inferiores no período das águas. No período seco, Costa et al. (2003) relatou maiores teores médios de Fe, de 195,1 mg/kg.

O teor de Zn na MS da gramínea apresentou influência ( $p < 0,05$ ) da interação período vs. nível do resíduo (Tabela 10).

**Tabela 10** - Teor médio de Zn (mg/kg) na matéria seca de *Panicum maximum* cv. Mombaça, em função da interação, períodos de avaliação vs. resíduo orgânico, em Castanhal, Pará.

| Período  | Cama de aviário (t/ha)               |         |         | Pó de balão (t/ha) |         |         |
|----------|--------------------------------------|---------|---------|--------------------|---------|---------|
|          | 2                                    | 4       | 8       | 5                  | 10      | 20      |
|          | Teor de Zn (mg/kg) na MS da gramínea |         |         |                    |         |         |
| Primeiro | 22,55bA                              | 22,09cA | 23,31bA | 22,76cA            | 22,3bA  | 23,54cA |
| Segundo  | 26,05aA                              | 26,60bA | 27,40aA | 27,5bA             | 27,48aA | 27,84bA |
| Terceiro | 27,42aA                              | 29,08aA | 27,23aA | 29,81aA            | 29,34aA | 29,88aA |
| Quarto   | 26,33aA                              | 26,65bA | 28,31aA | 26,82bA            | 27,7aA  | 27,00bA |

Primeiro período: Set., out., nov. e dez. 2008; Segundo: Jan., fev., mar., abr. e mai. 2009; Terceiro: Jul., ago., set., out. e nov. 2009; e Quarto: Jan., fev., mar., abr., mai. e jul. 2010. Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas, nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem ( $p < 0,05$ ).

Não houve diferença nos teores de Zn, entre os níveis de cada resíduo orgânico, entretanto, no primeiro período de avaliação foi observado o menor teor desse mineral. Os teores de Zn na MS da parte aérea de *Panicum maximum* cv. Mombaça, no período das águas, foi em média de 26,86 mg/kg, enquanto no período seco, de 25,77 mg/kg. Em experimento com Colônia, Gomide (1978), nos períodos das águas e seca, observou teor de Zn de 38

mg/kg, portanto, superior aos do presente trabalho, os quais superaram aos de Euclides (1995), quando avaliou as gramíneas Tanzânia e Mombaça, respectivamente, de 15 e 14 mg/kg. De acordo com NRC (2000), os requerimentos desse nutriente para gado de corte são da ordem de 30 mg/kg, enquanto o NRC (2001) recomenda 40 mg/kg, para gado leiteiro. Portanto, as concentrações determinadas neste trabalho encontram-se abaixo das exigências mínimas para os ruminantes.

### 2.3.4 Composição Bromatológica da Forrageira

Observou-se efeito significativo ( $p < 0,05$ ) de algumas fontes de variância para o teor de MS, entretanto, as interações que melhor explicam tal efeito são: período de avaliação vs. resíduo orgânico (Tabela 11) e parte da planta vs. período de avaliação (Tabela 12), enquanto os demais fatores não influenciaram ( $p > 0,05$ ).

**Tabela 11** - Teor médio de MS (%) na gramínea *Panicum maximum* cv. Mombaça, em função da interação, período de avaliação vs. resíduo orgânico, em Castanhão, Pará.

| Período  | Teor de MS (%) na gramínea |             |
|----------|----------------------------|-------------|
|          | Cama de aviário            | Pó de balão |
| Primeiro | 38,62aA                    | 27,98bB     |
| Segundo  | 40,65aA                    | 39,22aA     |
| Terceiro | 33,52aA                    | 30,09bA     |
| Quarto   | 38,02aA                    | 44,53aA     |

Primeiro período: Set., out., nov. e dez. 2008; Segundo: Jan., fev., mar., abr. e mai. 2009; Terceiro: Jul., ago., set., out. e nov. 2009; e Quarto: Jan., fev., mar., abr., mai. e jul. 2010. Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas, nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem ( $p < 0,05$ ).

A cama de aviário proporcionou maior teor de MS, somente no primeiro período de avaliação, comparado com pó de balão, 38,62 e 27,98%, respectivamente, enquanto nos demais períodos foram semelhantes. Os teores de MS da parte aérea de *Panicum maximum* cv. Mombaça são superiores aos determinados por Ferreira et al. (2007), na faixa de 20%, na mesma gramínea, enquanto para Garcia et al. (2009) o valor médio de MS foi 26,82%. O teor de matéria seca está acima dos encontrados por Souza et al. (2006), de 16,1%, e de Santos et al. (2003), 20,8% e 20,6%, respectivamente, para Tanzânia e Mombaça. Santana et al. (2010), ao trabalhar com diferentes tipos de corretivos de acidez (escória - resíduo siderúrgico e calcário) encontraram teores de MS, entre 20,48 e 45,10%.



**Tabela 12** - Teor médio de MS (%) na gramínea *Panicum maximum* cv. Mombaça, em função da interação, parte da planta vs. período de avaliação, em Castanhal, Pará.

| Período  | Teor de MS (%) na gramínea |          |
|----------|----------------------------|----------|
|          | Colmo                      | Folha    |
| Primeiro | 42,92aA                    | 32,97bB  |
| Segundo  | 33,62bcA                   | 36,94abA |
| Terceiro | 41,48abA                   | 41,08aA  |
| Quarto   | 26,91cB                    | 36,7abA  |

Primeiro período: Set., out., nov. e dez. 2008; Segundo: Jan., fev., mar., abr. e mai. 2009; Terceiro: Jul., ago., set., out. e nov. 2009; e Quarto: Jan., fev., mar., abr., mai. e jul. 2010. Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas, nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem ( $p < 0,05$ ).

Nos períodos menos chuvosos foi observado maior teor de MS do colmo e, nos mais chuvosos, maior teor na folha. Com relação à interação período de avaliação vs. parte da planta, verificou-se comportamento contrário das participações de folha e colmo na MS da gramínea Mombaça. Isso se deve aos diferentes crescimentos vegetativos da planta, nos períodos estudados, assim, com o aumento da produção de MS de folhas, em função dos períodos de avaliação, a produção de colmos diminuiu. Santos et al. (1999) verificaram, no capim Tanzânia, que a participação da MS das lâminas foliares aumentou com o crescimento da parte aérea, o que pode ser atribuído à reduzida taxa de alongamento dos colmos para essa cultivar, no período estudado.

Em relação à percentagem de matéria orgânica (MO) verificou-se efeito significativo dos resíduos orgânicos ( $p < 0,05$ ), quando a aplicação de pó de balão favoreceu maior percentagem de MO, em relação à cama de aviário, com valores médios de 94,03% e 93,72%, respectivamente. Na interação período de avaliação vs. parte da planta houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) (Tabela 13).

**Tabela 13** - Teor médio de MO (% na MS) na gramínea *Panicum maximum* cv. Mombaça em função da interação, parte da planta vs. período de avaliação, em Castanhal, Pará.

| Período  | Teor de MO (% na MS) na gramínea |         |
|----------|----------------------------------|---------|
|          | Colmo                            | Folha   |
| Primeiro | 91,32bB                          | 92,99bA |
| Segundo  | 94,16aB                          | 95,16aA |
| Terceiro | 91,4bB                           | 93,7bA  |
| Quarto   | 94,5aA                           | 94,46aA |

Primeiro período: Set., out., nov. e dez. 2008; Segundo: Jan., fev., mar., abr. e mai. 2009; Terceiro: Jul., ago., set., out. e nov. 2009; e Quarto: Jan., fev., mar., abr., mai. e jul. 2010. Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas, nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem ( $p < 0,05$ ).

Nos períodos considerados mais chuvosos (2º e 4º) ocorreu maior teor de MO na matéria seca, tanto no colmo quanto na folha, quando comparados com as demais avaliações. Não houve diferença no teor médio de MO da folha e colmo, no quarto período de avaliação, enquanto nos demais, a folha apresentou maior acúmulo. A MO obtida no experimento foi

superior à obtida por Garcia et al. (2009), que observaram média de 90,47% para o capim mombaça.

A percentagem de matéria mineral (MM) da matéria seca foi significativamente influenciada ( $p < 0,05$ ) pela interação período de avaliação vs. parte da planta (Tabela 14).

**Tabela 14** - Teor médio de MM (% na MS) na gramínea *Panicum maximum* cv. Mombaça, em função da interação, período de avaliação vs. parte da planta, em Castanhal, Pará.

| Período  | Teor de MM (% na MS) na gramínea |        |
|----------|----------------------------------|--------|
|          | Colmo                            | Folha  |
| Primeiro | 7,83aA                           | 7,00aB |
| Segundo  | 5,60bA                           | 4,84bB |
| Terceiro | 8,38aA                           | 6,30aB |
| Quarto   | 5,50bA                           | 5,54bA |

Primeiro período: Set., out., nov. e dez. 2008; Segundo: Jan., fev., mar., abr. e mai. 2009; Terceiro: Jul., ago., set., out. e nov. 2009; e Quarto: Jan., fev., mar., abr., mai. e jul. 2010. Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas, nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem ( $p < 0,05$ ).

Devido ao maior acúmulo de MO na gramínea, nos segundo e quarto períodos, ocorreram diminuições nos teores de MM, tanto no colmo quanto na folha. Pode-se observar que à medida que aumentou a quantidade de chuva no presente trabalho, o teor de matéria mineral das gramíneas diminuiu. Dessa forma, infere-se que o teor de matéria mineral pode ter sido diluído pelo aumento na produção de massa de forragem, nos períodos mencionados. Os teores de MM (% na MS), na parte foliar da gramínea, no presente trabalho, foram inferiores aos determinados por Palieraqui et al. (2006), com 12,91% de MM na matéria seca.

Conforme o Anexo 2, o teor de proteína bruta (PB) apresentou efeito significativo ( $p < 0,05$ ) quanto à interação período de avaliação vs. níveis dos resíduos orgânicos (Tabela 15).

**Tabela 15** - Teor médio de PB (% na MS) na gramínea *Panicum maximum* cv. Mombaça, em função da interação, período de avaliação vs. nível do resíduo orgânico, em Castanhal, Pará.

| Período  | Cama de aviário (t/ha)           |        | Pó de balão (t/ha) |        |
|----------|----------------------------------|--------|--------------------|--------|
|          | 2                                | 8      | 5                  | 20     |
|          | Teor de PB (% na MS) na gramínea |        |                    |        |
| Primeiro | 6,67bB                           | 7,60aA | 6,10cA             | 6,89aA |
| Segundo  | 7,97aA                           | 8,18aA | 7,64abA            | 7,85Aa |
| Terceiro | 7,47abA                          | 7,63aA | 7,16bcB            | 7,43Aa |
| Quarto   | 7,96aA                           | 7,72aA | 8,72aA             | 7,81Aa |

Primeiro período: Set., out., nov. e dez. 2008; Segundo: Jan., fev., mar., abr. e mai. 2009; Terceiro: Jul., ago., set., out. e nov. 2009; e Quarto: Jan., fev., mar., abr., mai. e jul. 2010. Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas, nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem ( $p < 0,05$ ).

O baixo teor de PB, no primeiro período de avaliação, entre setembro e dezembro de 2008, ao adubar com as menores doses dos resíduos orgânicos, este fato pode ser explicado pela baixa fertilidade do solo, adubado somente uma vez, o que não foi suficiente para a

planta responder satisfatoriamente às doses dos resíduos orgânicos utilizados e doses de  $P_2O_5$ , entretanto, a gramínea ao ser adubada com os menores níveis dos resíduos apresentou maior teor de PB, nos períodos mais chuvosos. O nitrogênio, em forma de adubos orgânicos, para pastagens, tem efeito direto na produção de MS, o que aumenta a sua participação nas folhas jovens, em relação à MS total, e promove incremento da PB (ZIMMER, 1999).

O pó de balão provocou diminuição na PB, na menor dose, do terceiro período de avaliação. Esses componentes estruturais determinam a qualidade da forragem, com redução no valor nutritivo, aumento da MS disponível, em função das mudanças nas proporções de material verde das plantas e senescente (MORAES e MARASCHIN, 1988). Os resultados deste trabalho estão de acordo com os obtidos por Santana et al. (2010), em Mombaça, com diferentes doses de corretivos de acidez, que observaram teores médios de PB, entre 5,86 e 9,12%. Houve interação significativa ( $p < 0,05$ ) parte da planta vs. período de avaliação vs. resíduo orgânico (Tabela 16).

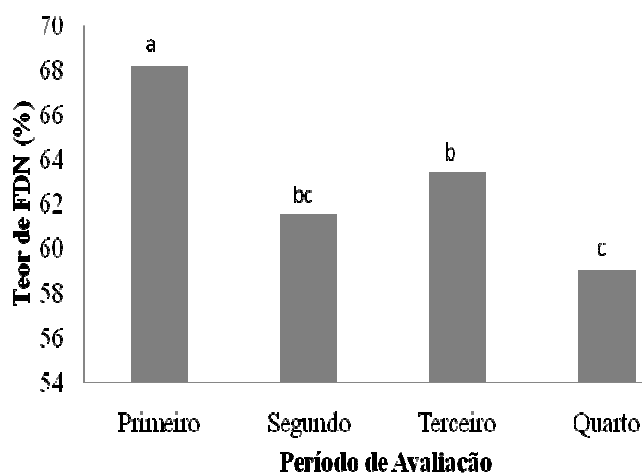
**Tabela 16** - Teor médio de PB (% na MS) na gramínea *Panicum maximum* cv. Mombaça, em função da interação, parte da planta vs. período de avaliação vs. resíduo orgânico, em Castanhal, Pará.

| Período  | Cama de aviário                  |          | Pó de balão |         |
|----------|----------------------------------|----------|-------------|---------|
|          | Colmo                            | Folha    | Colmo       | Folha   |
|          | Teor de PB (% na MS) na gramínea |          |             |         |
| Primeiro | 6,51bB2                          | 6,27cB2  | 6,81bB1     | 6,42bB1 |
| Segundo  | 8,00aB1                          | 9,63aA1  | 8,57aA1     | 8,68aA2 |
| Terceiro | 7,74aA1                          | 7,22cbA1 | 7,02bA1     | 6,91bB1 |
| Quarto   | 7,97aA1                          | 7,85bA1  | 8,06aA1     | 8,23aA1 |

Primeiro período: Set., out., nov. e dez. 2008; Segundo: Jan., fev., mar., abr. e mai. 2009; Terceiro: Jul., ago., set., out. e nov. 2009; e Quarto: Jan., fev., mar., abr., mai. e jul. 2010. Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas, nas linhas no mesmo resíduo orgânico, minúsculas, nas colunas e dígitos que comparam os resíduos para cada combinação de período e parte da planta, não diferem ( $p < 0,05$ ).

No primeiro período de avaliação, o pó de balão proporcionou maiores teores de PB, 6,81 e 6,42%, na folha e no colmo, respectivamente, entretanto, no segundo período, o teor de PB (9,63%) na folha foi superior, com cama de aviário, enquanto nos demais períodos foram semelhantes. Com cama de aviário, no primeiro período de avaliação, a folha e o colmo da gramínea Mombaça apresentaram teores de PB inferiores aos das demais avaliações. Com pó de balão, nos períodos de menor incidência de chuvas (1° e 3°), houve menor teor de PB, tanto no colmo quanto na folha. Alguns estudos com gramíneas tropicais evidenciaram que a adubação fosfatada aumenta significativamente a concentração de PB na parte aérea das plantas (SAWAN et al., 2001; FRANCO, 2003).

O teor de fibra em detergente neutro (FDN) apresentou efeito significativo ( $p < 0,05$ ), em relação aos períodos de avaliação e parte da planta (Figura 10).



**Figura 10** - Teor médio de FDN (% na MS) de *Panicum maximum* cv. Mombaça, em função dos períodos de avaliação, em Castanhal, Pará.

Observa-se que, nos períodos considerados mais chuvosos, houve diminuição no teor de FDN da gramínea Mombaça. De acordo com Van Soest (1994), o conteúdo de FDN constitui o componente bromatológico da forragem que possui correlação mais estreita com o consumo da forragem pelo animal, pois se correlaciona negativamente, com valores entre 55 e 60%. Nesse sentido, a média dos teores de FDN na folha e no colmo, obtidos no presente trabalho, com aplicação de cama de aviário, de 62,42% e 63,37%, respectivamente, enquanto que nas plantas adubadas com pó de balão, os teores foram de 61,71% e 64,62%, portanto, acima do valor de referência. No entanto, esse valor se enquadra na média normalmente registrada para gramíneas forrageiras tropicais, as quais, em virtude do seu desenvolvimento em ambiente de elevada precipitação pluvial e temperatura, apresentam elevação nos constituintes da parede celular (VAN SOEST, 1994). Houve maior acúmulo de fibra na fração colmo do que na folha, respectivamente, 63,99 e 62,07%, o que corrobora com Santana et al. (2010), cujo teor médio foi 63,95%.

O teor de FDA na gramínea *Panicum maximum* cv. Mombaça foi influenciado significativamente ( $p < 0,05$ ) pela interação entre período vs. resíduo orgânico (Tabela 17).

**Tabela 17** - Teor médio de FDA (% na MS) na gramínea *Panicum maximum* cv. Mombaça, em função da interação, período de avaliação vs. resíduo orgânico, em Castanhal, Pará.

| Período  | Teor de FDA (% na MS) na gramínea |             |
|----------|-----------------------------------|-------------|
|          | Cama de aviário                   | Pó de balão |
| Primeiro | 34,68aA                           | 35,9aA      |
| Segundo  | 34,88aA                           | 35,54aA     |
| Terceiro | 35,26aB                           | 36,71aA     |
| Quarto   | 35,11aA                           | 33,64bB     |

Primeiro período: Set., out., nov. e dez. 2008; Segundo: Jan., fev., mar., abr. e mai. 2009; Terceiro: Jul., ago., set., out. e nov. 2009; e Quarto: Jan., fev., mar., abr., mai. e jul. 2010. Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas, nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem ( $p < 0,05$ ).

No quarto período de avaliação, o pó de balão proporcionou menor teor de FDA, ao ser comparado com cama de aviário, 33,64 e 35,11%, respectivamente, o que não ocorreu no terceiro período, em que a cama de aviário proporcionou menor teor. Com pó de balão, no quarto período de avaliação, houve menor teor de FDA (33,64%), enquanto com cama de aviário, não houve diferença entre os períodos. A FDA varia com a idade da planta e com o seu estresse, em função da precipitação e umidade do solo (MOCHEL FILHO, 2009). Observa-se interação significativa ( $p < 0,05$ ) parte da planta vs. resíduo orgânico (Tabela 18).

**Tabela 18** - Teor médio de FDA (% na MS) na gramínea *Panicum maximum* cv. Mombaça, em função da interação, parte da planta vs. resíduo orgânico, em Castanhal, Pará.

| Parte da Planta | Cama de aviário                   | Pó de balão |
|-----------------|-----------------------------------|-------------|
|                 | Teor de FDA (% na MS) na gramínea |             |
| Colmo           | 35,57aA                           | 35,82aA     |
| Folha           | 34,4bB                            | 35,08aA     |

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas, nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem ( $p < 0,05$ ).

Não houve diferença no teor de FDA do colmo e folha da gramínea Mombaça adubada com pó de balão. Com cama de aviário, no colmo houve maior teor de FDA, do que na folha. O elevado teor de FDA indica maior proporção dos constituintes fibrosos mais resistentes à digestão, tais como as pentosanas resistentes, lignina e cutina, que são componentes da parede celular responsáveis pela baixa digestibilidade da forragem (VAN SOEST, 1994). Os dados de FDA do presente trabalho são inferiores aos de Dias et al. (2007), em adubação de diferentes fontes de fósforo, em Mombaça, com 42,56% de FDA.

Conforme Anexo 2, o teor de lignina apresentou efeito significativo ( $p < 0,05$ ) na interação período vs. dose de  $P_2O_5$  vs. resíduo orgânico (Tabela 19).

**Tabela 19** - Teor médio de lignina (% na MS) na gramínea *Panicum maximum* cv. Mombaça em função da interação, período de avaliação vs. dose de  $P_2O_5$  vs. resíduo orgânico, em Castanhal, Pará.

| Período                               | Cama de aviário  |         | Pó de balão      |         |
|---------------------------------------|------------------|---------|------------------|---------|
|                                       | $P_2O_5$ (kg/ha) |         | $P_2O_5$ (kg/ha) |         |
|                                       | 150              | 450     | 150              | 450     |
| Teor de lignina (% na MS) na gramínea |                  |         |                  |         |
| Primeiro                              | 6,83aA1          | 6,48aB1 | 5,93bA1          | 6,38aA2 |
| Segundo                               | 5,42bA1          | 5,32bA1 | 5,14cA1          | 5,40bA1 |
| Terceiro                              | 6,44aA1          | 6,93aA1 | 6,63aA1          | 6,75aA1 |
| Quarto                                | 4,23cA1          | 4,84cA1 | 4,00dB2          | 4,01cA1 |

Primeiro período: Set., out., nov. e dez. 2008; Segundo: Jan., fev., mar., abr. e mai. 2009; Terceiro: Jul., ago., set., out. e nov. 2009; e Quarto: Jan., fev., mar., abr., mai. e jul. 2010. Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas, nas linhas no mesmo resíduo orgânico, minúsculas, nas colunas e dígitos que comparam os resíduos para cada combinação de período e dose de  $P_2O_5$  não diferem ( $p < 0,05$ ).

Ao adubar com resíduos orgânicos, independente das doses de  $P_2O_5$  utilizadas, os períodos mais chuvosos (2º e 4º) proporcionaram menor teor de lignina na gramínea

Mombaça. No primeiro período de avaliação, a combinação de PDB e dose de  $P_2O_5$  (450 kg/ha) promoveu menor teor de lignina, ao comparar com a cama de aviário, 6,38 e 6,48%, respectivamente, e no quarto período de avaliação, a combinação de PDB e dose de  $P_2O_5$  (150 kg/ha) provocou menor teor de lignina, ao comparar com a cama de aviário, 4,00 e 4,23%, respectivamente. Os resultados do teor de lignina são superiores aos obtidos por Martuscello (2007), respectivamente, de 2,75 e 4,18%, na folha e colmo, e similares aos de Lista et al. (2007), que avaliaram nutricionalmente pastagens de Elefante e Mombaça, sob manejo rotacionado, em diferentes períodos de ocupação, onde os teores de lignina estiveram, respectivamente, de 4,08 e 6,22%. Na Tabela 20 encontra-se a interação parte da planta vs. dose de  $P_2O_5$ .

**Tabela 20** - Teor médio de lignina (% na MS) na gramínea *Panicum maximum* cv. Mombaça, em função da interação, parte da planta vs. dose de  $P_2O_5$ , em Castanhal, Pará.

| Parte da Planta                       | Dose de $P_2O_5$ (kg/ha) |        |
|---------------------------------------|--------------------------|--------|
|                                       | 150                      | 450    |
| Teor de lignina (% na MS) na gramínea |                          |        |
| Colmo                                 | 5,67aB                   | 6,17aA |
| Folha                                 | 5,49aA                   | 5,36bA |

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas, nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem ( $p < 0,05$ ).

No colmo, houve maior acúmulo de lignina ao adubar com maior dose de  $P_2O_5$  (450 kg/ha). Considerando-se a morfologia das gramíneas forrageiras, as folhas apresentam qualidade nutricional superior à dos colmos, devido à proporção e digestibilidade dos tecidos e, com o avanço da maturidade, a sua incrustação com lignina ocorre mais rapidamente nos colmos do que nas folhas, e diminui a acessibilidade dos microrganismos ao conteúdo celular (WILSON, 1993). Com relação ao teor de celulose na gramínea Mombaça observa-se efeito significativo ( $p < 0,05$ ), em algumas fontes de variância (Anexo 2), e interação período vs. nível do resíduo (Tabela 21).

**Tabela 21** - Teor médio de celulose (% na MS) na gramínea *Panicum maximum* cv. Mombaça, em função da interação, período de avaliação vs. nível do resíduo orgânico, em Castanhal, Pará.

| Período                                | Cama de aviário (t/ha) |         | Pó de balão (t/ha) |         |
|--|------------------------|---------|--------------------|---------|
|  | 2                      | 8       | 5                  | 20      |
| Teor de celulose (% na MS) na gramínea |                        |         |                    |         |
| Primeiro                               | 31,56aA                | 28,72aB | 32,12aA            | 31,66Aa |
| Segundo                                | 29,95abA               | 29,21aA | 30,96aA            | 30,31aA |
| Terceiro                               | 28,53bA                | 28,22aA | 25,64bB            | 28,23bA |
| Quarto                                 | 29,21bA                | 28,08aA | 30,71aA            | 30,42aA |

Primeiro período: Set., out., nov. e dez. 2008; Segundo: Jan., fev., mar., abr. e mai. 2009; Terceiro: Jul., ago., set., out. e nov. 2009; e Quarto: Jan., fev., mar., abr., mai. e jul. 2010. Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas, nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem ( $p < 0,05$ ).

No terceiro período de avaliação ocorreu menor teor de celulose, ao adubar com pó de balão, nos dois níveis estudados. No primeiro período, ao elevar o nível da cama de aviário, ocorreu diminuição no teor de celulose (31,56 e 28,72%, respectivamente). Os resultados deste trabalho são semelhantes aos resultados de Brâncio et al. (2002), ao avaliarem a composição química e digestibilidade de três cultivares de *Panicum maximum*, sob pastejo, onde o teor médio de CEL na folha foi de 30,4%.

A parte aérea de *Panicum maximum* cv. Mombaça apresentou maior teor de hemicelulose no colmo (28,87%), que na folha (26,81%). Também, houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) das interações dose de  $P_2O_5$  vs. nível do resíduo orgânico (Tabela 22) e período de avaliação vs. resíduo orgânico (Tabela 23).

**Tabela 22** - Teor médio de hemicelulose (% na MS) na gramínea *Panicum maximum* cv. Mombaça, em função da interação, dose de  $P_2O_5$  vs. nível do resíduo orgânico, em Castanhal, Pará.

| Dose de $P_2O_5$<br>(kg/ha) | Cama de aviário (t/ha)                     |         | Pó de balão (t/ha) |         |
|-----------------------------|--|---------|--------------------|---------|
|                             | 2  | 8       | 5                  | 20      |
|                             | Teor de hemicelulose (% na MS) na gramínea |         |                    |         |
| 150                         | 28,00aA                                    | 26,73bA | 27,99aA            | 27,53aA |
| 450                         | 27,18aB                                    | 29,76aA | 28,08aA            | 27,48aA |

Médias seguidas de letras iguais maiúsculas nas linhas no mesmo resíduo orgânico e letras minúsculas nas colunas indicam que os mesmos não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

A combinação cama de aviário (8 t/ha) e dose de  $P_2O_5$  (450 kg/ha) proporcionou maior teor de hemicelulose na gramínea Mombaça, ao comparar com a menor dose de  $P_2O_5$ . O pó de balão não apresentou diferença significativa entre os níveis do resíduo e as doses de  $P_2O_5$ . Os teores de hemicelulose do presente trabalho foram inferiores aos de Benevides et al. (2005), de 40,5%. Gonçalves (2006), ao avaliar a composição química e fracionamento dos carboidratos da biomassa de *Panicum maximum* cv. Tanzânia, sob três períodos de descanso, observou teores médios, respectivamente, para folha e colmo, de 28,9 e 29,1%.

**Tabela 23** - Teor médio de hemicelulose (% na MS) na gramínea *Panicum maximum* cv. Mombaça, em função da interação, período de avaliação vs. resíduo orgânico, em Castanhal, Pará.

| Período  | Cama de aviário                            |  | Pó de balão |  |
|----------|--|--|-------------|--|
|          | Teor de hemicelulose (% na MS) na gramínea |  |             |  |
| Primeiro | 33,29aA                                    |  | 32,48aA     |  |
| Segundo  | 28,73bA                                    |  | 26,30bcB    |  |
| Terceiro | 32,83aA                                    |  | 27,94bB     |  |
| Quarto   | 26,82bA                                    |  | 24,36cB     |  |

Primeiro período: Set., out., nov. e dez. 2008; Segundo: Jan., fev., mar., abr. e mai. 2009; Terceiro: Jul., ago., set., out. e nov. 2009; e Quarto: Jan., fev., mar., abr., mai. e jul. 2010. Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas, nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem ( $p < 0,05$ ).

Nos períodos chuvosos houve diminuição no teor de hemicelulose, ao adubar a gramínea com os dois resíduos orgânicos. Entretanto, nos períodos de avaliação (2º, 3º e 4º) houve menor teor de hemicelulose com adubação de pó de balão.

## 2.4 CONCLUSÃO

- Os teores de macrominerais (N, P e K), microminerais (Cu, Fe e Zn) e composição bromatológica (MM, FDN, hemicelulose) foram influenciados significativamente pelos períodos de avaliação.
- O pó de balão proporcionou maiores teores de Ca, Mg e MO.
- Os teores de Mn, MS, PB foram influenciados pela interação dos resíduos orgânicos e períodos de avaliação, sendo que, o pó de balão esteve associado ao maior teor de cada variável mencionada.
- O teor de FDA foi menor ao ser adubado com o pó de balão, o que melhora a qualidade nutricional da gramínea mombaça.
- Devido à presença de metais pesados na composição do resíduo orgânico, pó de balão, o risco de contaminação do solo e da forragem pode limitar seu uso agrícola como adubo orgânico.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, A. C.; FONSECA, D. M.; GOMIDE, J. A.; ALVAREZ, V. H.; MARTINS, C. E.; SOUZA, D. P. H. Produtividade e valor nutritivo do capim-elefante cv. Napier sob doses crescentes de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1589-1595, 2000.

ANDRADE, J. C.; ABREU, M. F. **Análise Química de Resíduos Sólidos para Monitoramento e Estudos Agroambientais**. Campinas: IAC, 2006. 178 p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY - AOAC. **Official methods of analysis**. 16.ed. 3rd Revision, Arlington: AOAC International, 1997. 991p.



ARAÚJO, L. C.; SANTOS, A. C.; FERREIRA, E. M.; CUNHA, O. F. R. Fontes de matéria orgânica como alternativa na melhoria das características químicas do solo e produtividade da gramínea Mombaça. **Revista Acadêmica de Ciência Agrária e Ambiental**, v.6, n.1, p.65-72, 2008.

BASTOS, T. X.; PACHECO, N. A.; NECHET, D.; SÁ, T. D. A. **Aspectos climáticos de Belém no últimos cem anos**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 31p. (Documentos, 128).

BENEDETTI, M. P.; FUGIWARA, A. T.; FACTORI, M. A.; COSTA, C.; MEIRELLES, P. R. L. Adubação com cama de aviário em pastagem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 19., Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia, 2009. CD Rom.

BENEVIDES, U. I.; CÂNDIDO, M. J. D.; SILVA, R. G.; NEIVA, J. N. M.; AQUINO, D. C.; TEIXEIRA, M. C. Valor nutritivo da dieta de ovinos pastejando *Panicum maximum* (Jacq.) cv. Tanzânia sob três períodos de descanso. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., Goiânia. **Anais...** Goiânia, 2005. p.1-5.

BRÂNCIO, P. A., NASCIMENTO JUNIOR, D.; EUCLIDES, V. P. B.; REGAZZI, A. J.; Almeida, R. G.; FONSECA, D. M.; BARBOSA, R. A. Avaliação de três cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sob pastejo. Composição química e digestibilidade da forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1605-1613, 2002.

BRAGA, J. M. **Potássio**. In: Curso de Fertilidade e manejo do solo. Brasília: ABEAS, 1996. 62p.

BRASIL, E. C.; OLIVEIRA, R. F.; MODESTO, M.; PAIXÃO, L. C.; FERNANDES, A. R.; CLY, K.; MONTEIRO, E. M. M. **Alternativas Tecnológicas para a viabilização e aproveitamento econômico de resíduos gerados durante o processo de produção de ferrogusa voltadas para utilização florestal**. Edital Inovar-Pará. Fundação Estadual de Ciência e Tecnologia do Pará. 2008.

BUENO, A. A. O. **Características estruturais do dossel forrageiro, valor nutritivo e produção de forragem em pastos de gramínea Mombaça, submetido a regime de lotação intermitente**. 2003. 135p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2003.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 420, de 28 de dezembro de 2009**. "Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas.", Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, DF, nº 249, de

30/12/2009, pag. 81-84. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiano1.cfm?codlegitipo=3&ano=2009>. Acesso em: 10/01/2011.

COSTA, N. L.; OLIVEIRA, J. R. C. Evaluación agronómica de accesiones de *Panicum maximum* en Rondônia. **Pasturas Tropicales**, v.16, n.2, p.44-47, 1994.

\_\_\_\_\_; PAULINO, V. T.; RODRIGUES, A. N. A. Efeito da adubação fosfatada sobre o rendimento e composição química da forragem de *Panicum maximum* cv. Centenário. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998, p.611-613.

\_\_\_\_\_. **Níveis de fósforo em pastagens de *Panicum maximum* cv. Massai**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2003. 3p. (Comunicado Técnico, 263).

\_\_\_\_\_; TOWNSEND, C. R.; MAGALHÃES, J. A.; OLIVEIRA, J. R. C. **Avaliação agronômica sob pastejo de *Panicum maximum* cv. Mombaça em Rondônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2003. 3p. (Comunicado Técnico, 274).

COSTA, K. A. P.; OLIVEIRA, I. P.; FRANÇA, A. F. S. GUIMARÃES, T. E. R. Teores de PB, MS, FDN e FDA na forragem de *Panicum maximum* cv. Tanzânia em função da aplicação de doses de nitrogênio, potássio e enxofre. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., Santa Maria. **Anais...** Santa Maria, 2003. CD ROM.

DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens**: processos, causas e estratégias de recuperação. 3. ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. 190 p.

DIAS, F. J.; JOBIM, C. C.; CECATO, U.; BRANCO, A. F.; SANTELLO, G. A. Composição química da gramínea Mombaça (*Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça) adubado com diferentes fontes de fósforo sob pastejo. **Acta Scientiarum. Animal Science**, v.29, n.1, p.9-16, 2007.

DIFANTE, G. S.; MARCHEZAN, E.; VILLA, S. C. C.; ROCHA, M. G.; SANTOS, F. M.; CAMARGO, E. R. Produção de novilhos de corte com suplementação em pastagem de azevém submetida a doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.1107-1113, 2006.

EMBRAPA (SNLCS). Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de métodos e análise de solo**. 2 ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 1997. 212p.

EUCLIDES, V. P. B. **Intensificação da produção de carne bovina em pastagem**. 2000. Disponível em: <http://www.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/naoseriadas/cursosuplementacao/manejo/2.html>. Acesso em: 10 novembro 2010.

\_\_\_\_\_; MACEDO, M. C. M.; OLIVEIRA, M. P. Avaliação de ecótipos de *Panicum maximum* sob pastejo em pequenas parcelas. In: REUNIAL ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32., Brasília. **Anais...** Brasília, 1995. p.97-99.

FERREIRA, E. M.; SANTOS, C.; ARAÚJO L. C.; CUNHA, O. F.; Características agronômicas do *Panicum maximum* cv. “Mombaça” submetido a níveis crescentes de fósforo. **Ciência Rural**, v.12, n.2, p.35-40, 2007.

FRANCO, C. J. H. **Avaliação agronômica de fontes e doses de fósforo pra o capim-Tifton 85**. 2003. 92p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdades de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2003.

GARCIA, A. R.; ALVAREZ, W. F. M.; COSTA, N. A.; NAHÚM, B. S.; NETO, T. Q.; CASTRO, S. R. S. Avaliação do desempenho de bovinos de corte criados em sistemas silvipastoris no estado do Pará. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, v.4, n.8, p.51-62, 2009.

GOMIDE, J. A. **Simposio Latinoamericano sobre investigaciones em nutricion mineral de los ruminantes em pastoreo**. University of Florida, Gainesville, 1978. 39p.

GONÇALVES, J. S. **Composição química e fracionamento dos carboidratos da biomassa de *Panicum maximum* cv. Tanzânia sob três períodos de descanso**. 2006. 82p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

GUIMARÃES, P. T. G., FERREIRA, J. G.; CARVALHO, J. G. Adubação de pastagens. **Informativo Agropecuário**, v.6, n.70, p.34-52, 1980.

HOFFMANN, C. R.; FAQUIN, V.; GUEDES, G. A. A.; EVANGELISTA, A. R. O nitrogênio e o fósforo no crescimento da Braquiária e do colônio em amostras de um Latossolo da região noroeste do Paraná. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.19, p.79-86, 1995.

KABATA-PENDIAS, A.; PENDIAS, H. **Trace elements in soils and plants**. Boca Raton: CRC Press, Inc., p.51-68, 1984.

LISTA, F. N.; SILVA, J. F. C.; VÁSQUEZ, H. M.; DETMANN, E.; PERES, A. A. C. Avaliação nutricional de pastagens de capim-elefante e gramínea Mombaça sob manejo rotacionado em diferentes períodos de ocupação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1406-1412, 2007.

MACEDO, M. C. M.; EUCLIDES, V. P. B.; OLIVEIRA, M. P. Seasonal changes in the chemical composition of cultivated tropical grasses in the savannas of Brazil. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17., 1993, Palmerston North. **Proceedings...** Palmerston North, 1993. p. 2001-2002.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. London: Academic Press, 1995. 889p.

MARTUSCELLO, J. A. **Repetibilidade e seleção em *Panicum maximum* Jacq.** 2007. 100p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

MCDOWELL, L. R. Minerals for grazing ruminants in tropical regions. In: ABREU, E. M. A. de; FERNANDES, A. R.; MARTINS, A. R. A.; RODRIGUES, T. E. Produção de forragem e valor nutritivo de espécies forrageiras sob condições de pastejo, em solo de várzea baixa do Rio Guamá. **Acta Amazônica**, v.36, n.1, p.11-18, 2006.

MELLO, S. Q. S.; FRANÇA, A. F. S.; LANNA, A. C.; HINE, A. F. B.; KLIMANN, H. J.; RIOS, L. C.; SOARES, T. V. Adubação nitrogenada em capim-mombaça: produção, eficiência de conversão e recuperação aparente do nitrogênio. **Ciência Animal Brasileira**, v.9, n.4, p.935-947, 2008.

MOCHEL FILHO, W. J. E. **Fluxo de biomassa, produção de forragem e composição químico-bromatológica do capim-mombaca sob adubação e irrigação**. 2009. 82p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

MORAES, A.; MARASCHIN, G. E. Pressões de pastejo e produção animal em milheto cv. Comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.23, n.2, p.197-205, 1988.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7. ed. Washington: National Academy of Science, 2000. 242 p. (Nutrient Requirements of Domestic Animals, 4).

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 7 ed., Washington: National Academy of Science, 2001.

OLIVEIRA, E. M.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; RAMOS, A. K. B.; FERNANDES, F. D.; MARTHA JÚNIOR, G. B.; VILELA, L. Concentração mineral de genótipos de *Panicum maximum* cultivados em solo de cerrado. In: SIMPÓSIO NACIONAL CERRADO, 9., SIMPÓSIO INTERNACIONAL SAVANAS TROPICAIS, 2., Brasília. **Anais...** Brasília, 2008. p.1-5.

PACHECO, N. A.; BASTOS, T. X. **Caracterização climática do município de Tomé-Açu, PA.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2001. 18p. (Documentos, 87).

PALIERAQUI, J. G. B.; FONTES, C. A. A.; RIBEIRO, E. G.; CÓSER, A. C.; MARTINS, C. E.; FERNANDES, A. M. Influência da irrigação sobre a disponibilidade, a composição química, a digestibilidade e o consumo dos capins Mombaça e Napier. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2381-2387, 2006.

PEREIRA, W. L. M.; VELOSO, C. A. C.; GAMA, J. R. N. F. Propriedades químicas de um Latossolo Amarelo cultivado com pastagens na Amazônia Oriental. **Scientia Agrícola**, v.57, n.3, p.531-537, 2000.

\_\_\_\_\_. **Doses de potássio e de magnésio em solução nutritiva para gramínea Mombaça.** 2001. 124p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba. 2001.

SANTANA, G. S.; BIANCHI, P. P. M.; MORITA, I. M.; ISEPON, O. J.; FERNANDES, F. M. Produção e composição bromatológica da forragem da gramínea Mombaça (*Panicum maximum* Jacq.), submetidos a diferentes fontes e doses de corretivo de acidez. **Semina: Ciências Agrárias**, v.31, n.1, p.241-246, 2010.

SANTOS, M. V. F.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; SILVA, M. C. SANTOS, S. F.; FERREIRA, R. L. C.; MELLO, A. C. L., FARIAS, I.; FREITAS, E. V. Produtividade e composição química de gramíneas tropicais na Zona da Mata de Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, n.4, p.821-827, 2003.

SANTOS, P. M., CORSI, M., BALSALOBRE, M. A. A. Efeito da frequência de pastejo e da época do ano sobre a produção e a qualidade em *Panicum maximum* cvs. “Tanzânia” e “Mombaça”. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.2, p.244-249, 1999.

SANTOS, L. C.; BONOMO, P.; SILVA, C. C. F.; PIRES, A. J. V.; VELOSO, C. M.; PATÊS, N. M. S. Produção e composição química da *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria decumbens* submetidas a diferentes adubações. **Ciência Animal Brasileira**, v.9, n.4, p.856-866, 2008.

SANTOS, E. M.; ZANINE, A. M.; FERREIRA, D. J.; OLIVEIRA, J. S.; PEREIRA, O. G. Composição química do feno de capim-tanzânia (*Panicum maximum*) tratado com hidróxido de sódio. **Arquivo de Ciência Veterinária e Zoologia**, v.11, n.1, p.41-46, 2008.

SARRUGE, J. R.; HAAG, H. P. **Análise química em plantas**. Piracicaba: ESALQ, Departamento de Química, 1974. 56p.

SAWAN, Z. M.; HAFEZ, S. A.; BASYONY, A. E. Effect of phosphorus fertilization and foliar application of chelate zinc and calcium on seed, protein and oil yields and oil properties of cotton. **Journal Agriculture Science**, v.136, p.191-198, 2001.

SELBACH, P. A.; SÁ, E. L. S. F. Fertilizantes orgânicos, organominerais e agricultura orgânica. In: BISSANI, C. A.; GIANELLO, C.; TEDESCO, M. J.; CAMARGO, F. A. O. **Fertilidade dos solos e manejo na adubação de culturas**. Porto Alegre: Gênese, 2004. 328p.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de Alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3. ed. Viçosa: Imprensa Universitária (Universidade Federal de Viçosa). 2002.

SOARES, T. V.; FRANÇA, A. F. S.; SILVA, A. G.; MIYAGI, E. S.; DAMBROS, C. E. Estado nutricional do capim-tanzânia irrigado sob doses de nitrogênio e alturas de corte. **Enciclopédia biosfera**, v.6, n.9, p.1-11, 2010.

SOUZA, C. G.; SANTOS, M. V. F.; SILVA, M. C.; CUNHA, M. V.; LIRA, M. A. Medidas qualitativas de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. submetidos a adubação nitrogenada. **Revista Caatinga**, v.19, n.4, p.333-338, 2006.

TEDESCO, M. J.; SELBACH, P. A.; GIANELLO, C. CAMARGO, F. A. O. Resíduos orgânicos no solo e os impactos ambientais no ambiente. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo – Ecossistemas Tropicais e Subtropicais**. 2 ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008. 654p.

VAN SOEST, P. J. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1994.

VUOLO, M. G. **Utilização de fontes de nitrogênio em Tanzânia (*Panicum maximum* Jack.) no final da estação das águas**. 2006. 30p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE, Presidente Prudente. 2006.

WERNER, J. C.; PAULINO, V. T.; CANTARELLA, H., ANDRADE, N. O.; QUAGGIO, J. A. Forrageiras. In: RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. ed. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Fundação IAC, 1996. p. 263-274 (IAC. Boletim Técnico, 100).

WILSON, J. R. Organization of plant tissue. In: JUNG, H. J., BUXTON, D. R., HATFIELD, R. D., RALPH, J. (ed) **Forage cell wall structure and digestibility**. Madison, 1993. p.1-27.

ZIMMER, A. H. **Efeito de níveis de nitrogênio e resíduos de pastejo, sobre a produção, estrutura e qualidade das cultivares Aruana e Vencedor de (*Panicum maximum* Jacq.)**. 1999. 208p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 1999.

### 3 PRODUÇÃO DE MASSA DE FORRAGEM E COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA DE *Panicum maximum* cv. Mombaça INFLUENCIADAS PELA ADUBAÇÃO COM RESÍDUO DE SIDERURGIA - PÓ DE BALÃO, NITROGÊNIO E FÓSFORO

**RESUMO** - O trabalho teve por objetivo avaliar a produção de massa de forragem e composição químico-bromatológica da gramínea Mombaça (*Panicum maximum*) adubada com resíduo orgânico da indústria siderúrgica (pó de balão) combinado com nitrogênio e fósforo, em condições de casa de vegetação. O delineamento experimental para produção de massa de forragem e composição químico-bromatológica foi blocos casualizados. Os fatores estudados foram: dois resíduos orgânicos, cama de aviário (4 g/dm<sup>3</sup>) e pó de balão (10 g/dm<sup>3</sup>), quatro níveis de N (0, 50, 100, 200 mg/dm<sup>3</sup>) e quatro de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (0, 100, 200, 300 mg/dm<sup>3</sup>). A combinação dos resíduos orgânicos com dose de nitrogênio foi a que maior apresentou influência significativa nos teores de macrominerais (N, P e K) e micronutriente (Mn). A combinação dos resíduos orgânicos com dose de nitrogênio foi a que maior apresentou influência significativa nos teores de macrominerais (N, P e K) e micromineral (Mn). O pó de balão proporcionou maiores teores de Fe e MO ao comparar com a cama de aviário. De modo geral, o uso dos resíduos orgânicos, dose de nitrogênio e dose de fósforo, não apresentaram efeito significativo nos teores de Ca, Mg, FDN e hemicelulose. A aplicação de fósforo influenciou nas variáveis estudadas Zn, PB, FDA, lignina e celulose, sendo que, o maior teor obtido de cada variável esteve associado a 100 mg/kg de P para Zn e 300 mg/kg de P para as demais. O maior teor de Cu (5,73 mg/kg) esteve associado a combinação da dose de N (0 mg/kg) e dose de P (300 mg/kg). O resíduo orgânico, pó de balão, torna-se contaminante do solo e da forragem devido à presença de metais pesados em sua composição, este fato pode ser limitante ao seu uso agrícola como adubo orgânico.

**Palavras-chave:** Adubação orgânica, macrominerais, indústria siderúrgica, valor nutritivo.

**ABSTRACT** - This work had the objective to evaluate the production of forage mass and chemical-bromatologic composition of the Mombaça (*Panicum maximum*) grass fertilized with organic waste of the siderurgic industry (pó de balão) combined with nitrogen and phosphorus, in conditions of greenhouse. For production of forage mass and chemical-bromatologic, the complete randomized block design. The studied factors were: two organic wastes, poultry litter (4 g/dm<sup>3</sup>) and "pó de balão" (10 g/dm<sup>3</sup>), four levels of N (0, 50, 100, 200 mg/dm<sup>3</sup>) and four of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (0, 100, 200, 300 mg/dm<sup>3</sup>). The combination of organic waste with the nitrogen that was the biggest significant influence in the contents of macroelements (N, P and K) and trace element (Mn). The "pó de balão" resulted in higher levels of Fe and OM when compared to the poultry-litter. In general, the use of organic waste, the nitrogen and phosphorus dose, no significant effect on the Ca, Mg, NDF and hemicellulose. The application of phosphorus influenced the variables Zn, CP, ADF, lignin and cellulose, with the highest content obtained for each variable was associated with 100 mg/kg P for Zn and 300 mg/kg P for the others. The higher content of Cu (5.73 mg / kg) was associated with the combination of N (0 mg/kg) and P dose (300 mg/kg). The organic residue, "pó de balão", it is contaminating the soil and forage due to the presence of heavy metals in its composition, this may be a limitation to its agricultural use as organic fertilizer.

**Key-words:** Organic fertilization, macronutrients, siderurgic industry, nutritional value.

#### 3.1 INTRODUÇÃO

A importância dos sistemas de produção animal em pastejo pode ser constatada sob diferentes pontos de vista. A pecuária bovina é importante por fornecer produtos de elevado



valor biológico (carne e leite) para a alimentação humana, enquanto que, por um prisma social, ela pode contribuir para a fixação de trabalhadores no meio rural. Contudo, em face dos sistemas de produção existentes no país, fica claro a necessidade de maior atenção para com o manejo adequado da pastagem e para com a fertilidade do solo, visando assegurar a longevidade de pastagens mais produtivas. (MARTHA JÚNIOR, 2003).

A fertilidade do solo tem origem na natureza química restritiva da maioria dos solos tropicais e no elevado potencial de extração de nutrientes do solo pelas plantas forrageiras (MACEDO, 2000). Os solos sob pastagem no Brasil geralmente apresentam teores de fósforo (P) muito baixos (CECATO et al., 2004). O P, além de sua importância na avaliação do valor nutritivo de uma forragem, é também um nutriente essencial para o crescimento das plantas e, portanto, limitante da produção máxima da cultura. Para garantir o estabelecimento, a qualidade da forragem e a produtividade da pastagem, é necessária aplicação de fósforo. A adubação fosfatada estimula a absorção de nitrogênio (N) pela planta como consequência da correção da deficiência de P do solo e de aumento da eficiência no ciclo do N (SHUNKE, 2001).

Para se melhorar as produtividades das forrageiras, a correção de acidez do solo se faz necessário para diminuir a acidez potencial ( $H^+Al$ ) e, conseqüentemente, melhorar a disponibilidade de nutrientes e a atividade microbiana, o que reflete em favorecimento ao desenvolvimento do sistema radicular e da parte aérea das plantas (SANTANA et al., 2010). No Brasil, a utilização de fertilizantes químicos para adubação de pastagens é muito utilizado, entretanto, a utilização de resíduos siderúrgicos para a mesma finalidade tem-se mostrado como uma alternativa viável, destacando-se o pó de balão com papel fundamental na adubação de pastagens por propiciar matéria orgânica ao solo (ALBUQUERQUE, 2008).

As diversas plantas forrageiras se comportam diferentemente quanto à acidez do solo. Algumas conseguem se estabelecer apresentando produções modestas em solos ácidos; outras, porém necessitam de solos com pH mais elevado para conseguir se estabelecer e apresentar boa produção. A gramínea *Panicum maximum* cv. Mombaça é considerada uma das forrageiras tropicais mais produtivas à disposição dos pecuaristas. Em pastagens com uso racional de adubos e corretivos, a resposta dessa forrageira é bastante acentuada, porém, em situações de baixa fertilidade a produção é reduzida, caracterizando-se como uma forrageira exigente em fertilidade do solo (SILVA, 1995). Assim, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito do resíduo orgânico, pó de balão combinado com doses de fósforo e nitrogênio sobre a massa de forragem e composição químico-bromatológica da gramínea *Panicum maximum* cv. Mombaça.

### 3.2 MATERIAL E MÉTODOS

Considerando-se que o resíduo possui baixíssimo teor de N, em sua constituição, resultante do processo de geração, quando é submetido a elevadas temperaturas (acima de 1.000 °C), no alto forno, a sua qualidade em termos de nutriente, geralmente, é inferior aos demais adubos orgânicos. Em decorrência disso, optou-se por realizar estudo em condições controladas, acrescentando-se tratamentos com adubação nitrogenada crescente, para avaliar a contribuição do nutriente, na melhoria da qualidade do resíduo, como adubo orgânico. O trabalho foi conduzido em casa de vegetação, na Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, Pará, localizada a 1° 28'S e 48° 27'W, no período de novembro de 2009 a março de 2010.

Utilizou-se como substrato amostra da camada superficial (0-20 cm) de solo classificado como Latossolo Amarelo distrófico, textura média, coletada em área de floresta secundária, localizada na área da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, Pará. A amostra de solo foi secada ao ar, destorroada e passada em peneira, com malha de 2 mm de abertura.

Antes da instalação do experimento foram realizadas análises químicas e físicas nas amostras, no Laboratório de Solos da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, Pará, conforme metodologia descrita pela Embrapa (1997). Os resultados das análises das amostras coletadas antes e após a instalação do experimento estão na Tabela 24.

**Tabela 24** - Características químicas e físicas do Latossolo Amarelo distrófico, textura média, coletado na camada de 0 a 20 cm, em Belém, Pará.

| Característica química <sup>1</sup>              | Valor |
|--|-------|
| pH em H <sub>2</sub> O                           | 4,5   |
| N (%)  | 0,13  |
| P (mg/dm <sup>3</sup> ) P - Melhlich - 1         | 2     |
| K (mg/dm <sup>3</sup> ) K - Melhlich - 1         | 15    |
| Na (mg/dm <sup>3</sup> )                         | 9     |
| Ca (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )         | 0,3   |
| Mg (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )         | 0,2   |
| Al (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )         | 1,6   |
| H + Al (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )     | 5,7   |
| M.O (g/kg)                                       | 9,9   |
| CTC pH 7,0 (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> ) | 6,21  |
| Saturação por bases (%)                          | 8,13  |
| Característica física <sup>1</sup>               | Valor |
| Argila (g/kg)                                    | 160   |
| Silte (g/kg)                                     | 64    |
| Areia (g/kg)                                     | 796   |

<sup>1</sup> Média de duas repetições.

O pH em água foi determinado em suspensão na proporção solo-líquido 1:2,5. O Ca, Mg e Al foram extraídos utilizando-se solução de KCl 1N, enquanto o P, K e Na com solução de Mehlich I e o H + Al, com acetato de Ca 1N, pH 7,0. A análise granulométrica envolveu a determinação de areia, silte e argila.

Para correção da acidez do solo utilizou-se calcário dolomítico, com PRNT de 100%. As quantidades de calcário foram calculadas pelo critério de saturação por bases, para 60%, utilizando-se a seguinte fórmula:  $NC \text{ (t/ha)} = (V2 - V1) \cdot CTC/100$ , onde NC = necessidade de calagem; V2 = percentagem de saturação por base desejada; V1 = percentagem de saturação por base inicial do solo.

Após a aplicação do corretivo, na quantidade de 10 g/vaso, o solo ficou em incubação por 30 dias, em vasos com capacidade de cinco dm<sup>3</sup> de terra, mantendo-se a umidade próxima à capacidade máxima de retenção de água. Após a incubação, as amostras receberam aplicação dos tratamentos, com resíduos orgânicos (pó de balão e cama de aviário) e minerais (P e N), conjuntamente com adubação básica de 100 mg/dm<sup>3</sup> de K, na forma de cloreto de potássio (KCl); 5 mg/dm<sup>3</sup> de Zn, na forma de sulfato de zinco (ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O); 0,5 mg/dm<sup>3</sup> de B, na forma de ácido bórico (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>); 1,0 mg/dm<sup>3</sup> de Cu, na forma de sulfato de cobre pentahidratado (CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O).

Os nutrientes foram aplicados, na forma de solução, com 20 ml/vaso, por ocasião do corte de uniformização, exceto o nitrogênio, em que a aplicação foi dividida em três parcelas, a primeira, na ocasião do corte de uniformização, e outras duas, a cada 10 dias.

### **3.2.1 Características dos Resíduos Orgânicos**

Na Tabela 25 estão os resultados das análises químicas dos dois resíduos orgânicos estudados, realizadas no Laboratório Campo Análises Agrícolas e Ambientais, em Paracatu, Minas Gerais.

**Tabela 25** - Análise química (%) dos resíduos orgânicos utilizados.

| Característica (%)                    | Resíduo orgânico |             |
|---------------------------------------|------------------|-------------|
|                                       | Cama de aviário  | Pó de balão |
| Umidade a 65°C                        | 0,5              | 22,1        |
| Carbono orgânico                      | 2,8              | 28,7        |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - total | 0,17             | 0,12        |
| K <sub>2</sub> O                      | 0,38             | 0,17        |
| CaO                                   | 4,16             | 2,01        |
| MgO                                   | 0,54             | 0,50        |
| S                                     | 0,08             | 0,10        |
| B                                     | 0,004            | 0,001       |
| Zn                                    | 0,001            | 0,030       |
| Fe                                    | 1,28             | 11,87       |
| Mn                                    | 0,02             | 0,25        |
| Cu                                    | 0,002            | 0,004       |
| Co                                    | -                | <0,001      |
| Mo                                    | -                | <0,001      |
| Cl                                    | -                | <0,07       |
| Si total                              | -                | 2,07        |
| Cr                                    | 0,011803         | 0,02        |
| Cd                                    | <0,0000288       | 0,0004      |
| Pb                                    | <0,00446         | <0,0005     |
| As                                    | 0,000126         | 0,0002      |
| Hg                                    | 0,0000001        | 0,000009    |
| Se                                    | 0,00021          | 0,000024    |
| V                                     | 0,03352          | 0,002207    |
| Ba                                    | 0,04311          | 0,013885    |
| N total                               | <0,06            | 0,005       |
| pH em CaCl <sub>2</sub>               | 8,9              | 8,0         |

Laboratório Campo Análises Agrícolas e Ambientais - PARACATU/MG.

### 3.2.2 Delineamento Experimental

Para produção de massa de forragem, análise de nutrientes e composição bromatológica, o delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 2x4x4, com 32 tratamentos e duas repetições. Os fatores estudados foram: dois resíduos orgânicos, cama de aviário, na dose de 4 g/dm<sup>3</sup> e pó de balão, 10 g/dm<sup>3</sup>, quatro níveis de N (0, 50, 100, 200 mg/dm<sup>3</sup>), na forma de uréia, e quatro de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0, 100, 200, 300 mg/dm<sup>3</sup>, como fosfato natural reativo de Arad.

### 3.2.3 Condução do Experimento e Análise Laboratorial

As sementes de *Panicum maximum* cv. Mombaça possuíam as seguintes características: Pureza = 90,5%; Germinação = 81%; VC = 73,3%. As sementes foram

germinadas em bandejas de plástico, utilizando-se areia lavada, como substrato. Após 20 dias da germinação, foram transplantadas cinco plantas, por vaso, com altura média de 10 centímetros. A irrigação foi efetuada para manter a umidade do solo, em 70% da capacidade de embebição do solo, fazendo-se regas diárias, durante o período de execução do experimento. Após 15 dias do transplante realizou-se corte de uniformização das plantas, a 15 cm do solo. Para avaliação do experimento realizaram-se dois cortes na sua parte aérea, o primeiro, aos 30 dias do corte de uniformização, e o segundo, aos 60 dias. A variável de resposta foi a produção de massa seca da parte aérea.

### **3.2.4 Determinação da Composição Bromatológica da Forrageira**

As análises laboratoriais de composição bromatológica foram realizadas, em Belém, Pará, no Laboratório de Análise de Alimentos do Departamento de Zootecnia, da Universidade Federal Rural da Amazônia. As amostras foram secadas em estufa de ventilação forçada de ar, com temperatura de 65 °C, por 72 horas, para determinação da matéria seca, de acordo com Silva e Queiroz (2002). Depois de moídas, em moinho tipo Willey, com peneira de 1 mm, foram levadas à estufa, a 105 °C, por 24 horas, para obtenção do percentual de MS da amostra seca na estufa (ASE). O percentual de MS final correspondeu ao resíduo da ASA e ASE, dividido por 100.

Amostras de ASA foram analisadas nos seus conteúdos de proteína bruta (PB), pelo método semimicro Kjeldahl (AOAC, 1997). Os teores de matéria orgânica (MO) foram calculados subtraindo-se da MS, o percentual de matéria mineral (MM), obtido pela incineração das amostras, em mufla, a 550 °C, por cinco horas. Os teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (LIG) foram determinados pelo método descrito por Van Soest (1994), enquanto que os de celulose (CEL) e hemicelulose (HEM), pela metodologia de Silva e Queiroz (2002).

### **3.2.5 Determinação do Teor de Minerais na Forrageira**

As determinações de macro e microminerais no tecido vegetal foram realizadas conforme metodologia descrita por Sarruge e Haag (1974), coletando-se amostras na parte aérea, durante todo o período experimental, no Laboratório de Análise de Solos da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, Pará. Determinaram-se os teores dos macrominerais (N, P, K, Ca e Mg) e microminerais (Cu, Mn, Fe e Zn). O N total foi obtido de acordo com o método de Kjeldhal. Os nutrientes P, K, Ca e Mg foram determinados após a digestão com solução nitro-perclórica 2:1. O P foi quantificado por colorimetria, K por fotometria de chama e Ca, Mg e microminerais, por espectrofotometria de absorção atômica.

### **3.2.6 Análise Estatística**

Os resultados das variáveis estudadas foram submetidos à análise de variância, para avaliar o efeito dos resíduos orgânicos, níveis de  $P_2O_5$  e níveis de N. Os efeitos do nitrogênio e  $P_2O_5$  foram avaliados por análise de regressão, através da decomposição da soma de quadrado de  $P_2O_5$  e N, em efeitos linear, quadrático e cúbico. Os resíduos orgânicos foram comparados pelo teste Tukey (teste F), em nível de 5% de probabilidade.

## **3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **3.3.1 Atributos Químicos do Solo**

A aplicação de calcário promoveu aumento significativo do pH do solo de 4,5 atingindo valores próximos a 6,0, o que indica que houve redução significativa da acidez. Esse efeito é bem conhecido, em decorrência da dissolução do carbonato de cálcio e magnésio no solo, que resulta em liberação de hidroxila e bicarbonato, que atuam como elementos neutralizantes da acidez do solo (RAIJ, 1991). A aplicação dos resíduos orgânicos, combinada

com P e N, promoveu elevação nos teores de Ca e Mg no solo. Observou-se que as concentrações de Ca e Mg passaram de 0,3 e 0,2  $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ , respectivamente, para valores próximos a 2,8 e 5,0  $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$  (Tabela 26). A aplicação de resíduos orgânicos, além de diminuir a acidez do solo, aumenta a concentração de Ca e Mg, em função da solubilização do resíduo e liberação desses nutrientes no solo (CIOTTA, 2004).

**Tabela 26** - Atributos químicos do Latossolo Amarelo distrófico, textura média, após a aplicação de calcário, resíduos orgânicos,  $\text{P}_2\text{O}_5$  e nitrogênio, em Belém, PA.

| Combinação<br>$\text{P}_2\text{O}_5$ e N<br>( $\text{mg}/\text{dm}^3$ ) | pH   | N    | MO   | P                       | K     | Na   | Ca                          | Ca+Mg | Al  | H+Al |
|---|--|------|------|-------------------------|-------|------|-----------------------------|-------|-----|------|
|   | água   | %    | g/kg | $\text{mg}/\text{dm}^3$ |       |      | $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ |       |     |      |
|   | Antes da aplicação dos tratamentos           |      |      |                         |       |      |                             |       |     |      |
|   | 4,5  | 0,13 | 9,9  | 2                       | 15    | 9    | 0,3                         | 0,5   | 1,6 | 5,7  |
|   | Cama de aviário (4 $\text{mg}/\text{dm}^3$ ) |      |      |                         |       |      |                             |       |     |      |
| N0 P0   | 5,9  | 0,14 | 10,8 | 10,0                    | 67,0  | 42,5 | 2,2                         | 4,0   | 0,1 | 2,1  |
| N50 P0  | 5,9  | 0,14 | 10,4 | 10,5                    | 79,5  | 36,5 | 2,1                         | 3,7   | 0,1 | 2,2  |
| N100 P0   | 5,8  | 0,16 | 15,3 | 17,0                    | 86,5  | 38,5 | 2,2                         | 4,1   | 0,1 | 2,0  |
| N200 P0   | 5,9  | 0,16 | 12,2 | 18,0                    | 95,0  | 32,5 | 2,2                         | 3,9   | 0,1 | 1,7  |
| N0 P100   | 5,8  | 0,14 | 11,7 | 79,5                    | 70,5  | 35,5 | 2,2                         | 3,8   | 0,1 | 2,1  |
| N50 P100  | 5,7  | 0,14 | 13,5 | 82,0                    | 81,5  | 53,5 | 2,1                         | 3,8   | 0,1 | 2,1  |
| N100 P100   | 5,7  | 0,14 | 13,1 | 83,5                    | 103,0 | 48,0 | 2,3                         | 4,2   | 0,1 | 2,2  |
| N200 P100   | 5,9  | 0,16 | 12,1 | 92,5                    | 114,5 | 43,0 | 2,2                         | 4,1   | 0,1 | 1,8  |
| N0 P200   | 5,6  | 0,15 | 13,9 | 104,5                   | 72,0  | 41,0 | 2,1                         | 3,7   | 0,1 | 2,0  |
| N50 P200  | 5,6  | 0,15 | 14,9 | 132,0                   | 85,5  | 43,0 | 2,3                         | 4,3   | 0,1 | 2,2  |
| N100 P200   | 5,8  | 0,16 | 15,9 | 135,5                   | 95,0  | 47,0 | 2,2                         | 4,2   | 0,1 | 2,3  |
| N200 P200   | 5,9  | 0,17 | 16,6 | 150,0                   | 147,0 | 44,0 | 2,2                         | 3,9   | 0,1 | 1,7  |
| N0 P300   | 5,7  | 0,14 | 11,7 | 179,5                   | 88,5  | 54,0 | 2,4                         | 4,1   | 0,1 | 2,3  |
| N50 P300  | 5,6  | 0,14 | 12,9 | 225,5                   | 90,0  | 47,0 | 2,2                         | 3,8   | 0,1 | 2,5  |
| N100 P300   | 5,8  | 0,15 | 13,3 | 264,5                   | 103,0 | 50,0 | 2,4                         | 4,3   | 0,1 | 2,6  |
| N200 P300   | 5,9  | 0,15 | 14,9 | 268,5                   | 104,5 | 51,0 | 2,2                         | 4,0   | 0,1 | 1,9  |
|   | Pó de balão (10 $\text{mg}/\text{dm}^3$ )    |      |      |                         |       |      |                             |       |     |      |
| N0 P0   | 5,7  | 0,13 | 10,1 | 4,0                     | 56,0  | 25,0 | 2,3                         | 3,8   | 0,1 | 1,7  |
| N50 P0  | 5,8  | 0,13 | 11,1 | 6,0                     | 48,0  | 23,0 | 2,3                         | 3,8   | 0,1 | 1,5  |
| N100 P0   | 5,8  | 0,14 | 10,6 | 6,0                     | 56,0  | 25,0 | 2,6                         | 4,0   | 0,1 | 2,5  |
| N200 P0   | 5,9  | 0,15 | 10,4 | 15,0                    | 52,0  | 23,0 | 2,6                         | 4,6   | 0,1 | 1,2  |
| N0 P100   | 5,6  | 0,13 | 10,5 | 54,0                    | 56,0  | 25,0 | 2,6                         | 4,4   | 0,1 | 1,8  |
| N50 P100  | 5,8  | 0,13 | 11,4 | 63,0                    | 62,0  | 31,0 | 2,6                         | 4,3   | 0,1 | 1,8  |
| N100 P100   | 5,8  | 0,14 | 11,9 | 84,0                    | 43,0  | 29,0 | 2,4                         | 4,2   | 0,1 | 1,5  |
| N200 P100   | 5,8  | 0,14 | 10,5 | 96,0                    | 52,0  | 29,0 | 2,5                         | 4,0   | 0,1 | 1,5  |
| N0 P200   | 5,7  | 0,13 | 10,7 | 97,0                    | 68,0  | 37,0 | 2,5                         | 4,0   | 0,1 | 2,0  |
| N50 P200  | 5,8  | 0,13 | 10,5 | 105,0                   | 52,0  | 27,0 | 2,5                         | 4,7   | 0,1 | 1,7  |
| N100 P200   | 5,8  | 0,14 | 10,8 | 158,0                   | 56,0  | 29,0 | 2,7                         | 4,7   | 0,1 | 1,5  |
| N200 P200   | 5,9  | 0,14 | 10,7 | 181,0                   | 62,0  | 31,0 | 2,5                         | 4,5   | 0,1 | 1,7  |
| N0 P300   | 5,4  | 0,13 | 11,1 | 234,0                   | 52,0  | 31,0 | 2,5                         | 4,3   | 0,1 | 1,7  |
| N50 P300  | 5,6  | 0,13 | 11,9 | 248,0                   | 54,0  | 33,0 | 2,5                         | 4,3   | 0,1 | 2,2  |
| N100 P300   | 5,6  | 0,14 | 11,2 | 257,0                   | 56,0  | 33,0 | 2,7                         | 4,7   | 0,1 | 1,7  |
| N200 P300   | 5,7  | 0,15 | 11,6 | 334,0                   | 66,0  | 38,0 | 2,8                         | 5,0   | 0,1 | 1,7  |

A aplicação de doses crescentes de  $\text{P}_2\text{O}_5$  promoveu aumento no teor de fósforo no solo, de 2,0  $\text{mg}/\text{dm}^3$ , para valores próximos a 350  $\text{mg}/\text{dm}^3$ , nos tratamentos que receberam as maiores doses do nutriente. Aumentos nos teores de fósforo disponíveis no solo, em função da

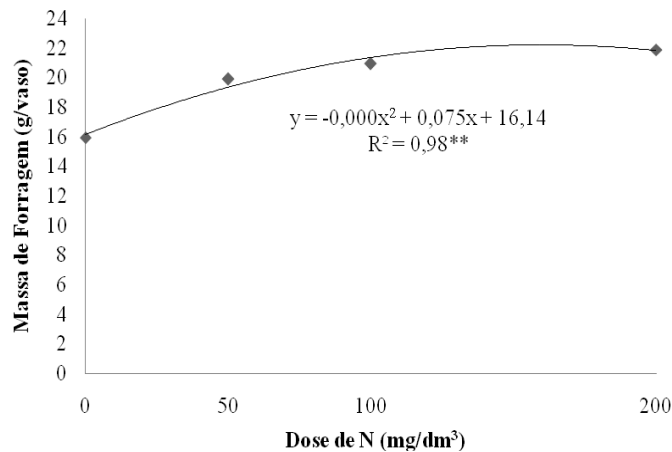
aplicação de doses crescentes de fertilizantes fosfatados, foram, também, observados por RIBEIRO et al. (2009).

Observou-se redução considerável no teor de alumínio trocável, em função dos resíduos orgânicos utilizados, independentemente da quantidade de  $P_2O_5$  aplicado. Constatou-se redução da concentração inicial de Al, da ordem de  $1,6 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$ , para  $0,1 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$ , que indica efeito positivo da aplicação do calcário na neutralização do alumínio trocável do solo. Pesquisas realizadas com aplicação de calcário na superfície, em solos brasileiros, indicam aumentos de pH e dos teores de Ca e Mg trocáveis, e redução do Al trocável, até camadas de 20-40 cm (CAIRES et al., 2001). Esse efeito decorre da atuação dos carbonatos de Ca e Mg no solo, quando os receptores de prótons (hidroxila e bicarbonato) reagem no solo, e neutralizam, gradualmente, a acidez total, inclusive o alumínio trocável (RAIJ, 1991).

### **3.3.2 Produção de Massa de Forragem**

Os resultados da análise de variância para as variáveis de produção de massa de forragem, em função da aplicação dos resíduos orgânicos,  $P_2O_5$  e N encontram-se no Anexo 3. A produção de massa de forragem da parte aérea da gramínea Mombaça foi influenciada significativamente ( $p < 0,05$ ) pelas doses dos resíduos orgânicos utilizados e doses de N, sem diferenças significativas em relação às doses de  $P_2O_5$  e interações. A cama de aviário (22,81 g/vaso) proporcionou maior produção de massa de forragem, em comparação ao pó de balão (16,50 g/vaso). Os dados obtidos pelo presente estudo são similares aos de Lavres Júnior (2001), entre 14,56 e 27,85 g/vaso. Independente dos resíduos orgânicos utilizados e doses de  $P_2O_5$ , a massa de forragem da gramínea apresentou aumento linear, em resposta à aplicação de doses crescentes de nitrogênio (Figura 11).



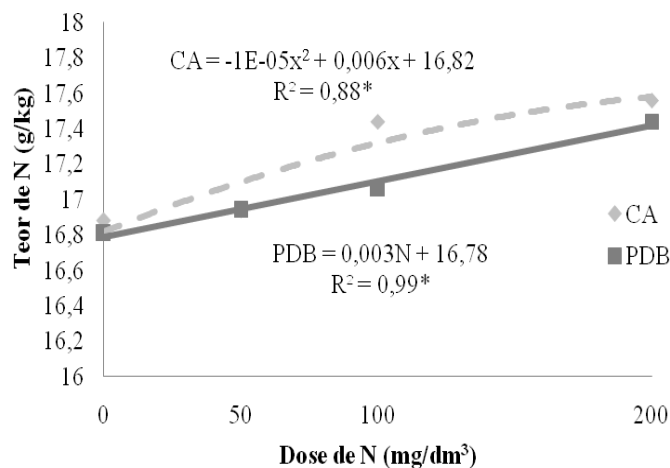


**Figura 11** - Massa de forragem (g/vaso) de *Panicum maximum* cv. Mombaça, em função das doses de nitrogênio, em Belém, Pará.

Observou-se que, com aumento quadrático na massa de forragem com o aumento das doses de N, houve maior produção de massa de forragem da gramínea, similar ao encontrado por MELLO et al. (2008). Assim, a adubação nitrogenada, por disponibilizar N ao sistema solo-planta, torna-se fator dominante que controla os diferentes processos de crescimento e desenvolvimento da planta. O N se manifesta, de um lado, por melhorar, diretamente, a eficiência da fotossíntese e, por outro, promover a redistribuição prioritária do carbono para a formação da parte aérea (SANTOS et al., 2008). Costa (1995), na produção do capim-elefante, fertilizado com doses de nitrogênio de 0, 50 e 100 mg/dm<sup>3</sup>, obteve produção de massa de forragem de 20,62; 25,49 e 29,62 g/vaso, enquanto Andrade et al. (2000), ao avaliaram sete doses de nitrogênio, 20, 50, 100, 200, 300, 350 e 380 mg/dm<sup>3</sup>, observaram efeito significativo do N sobre a produção de massa de forragem, de 25,49 a 47,31 g/vaso, e ocasionou aumento de 85,6% na produtividade.

### 3.3.3 Teor de Minerais na Matéria Seca da Forrageira

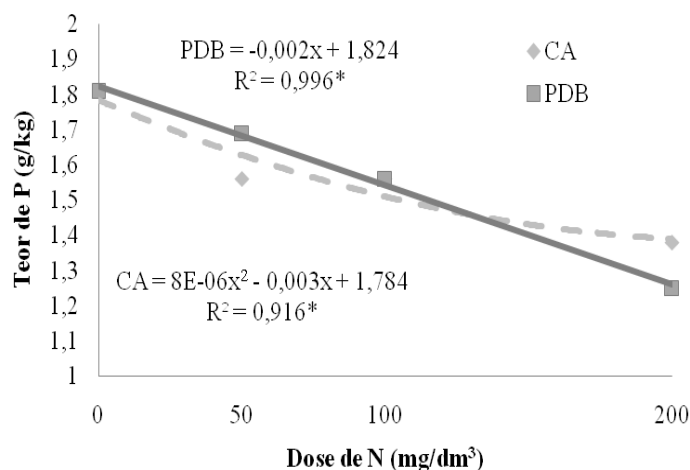
A análise de variância das características químicas estão apresentadas no Anexo 3. A interação do resíduo orgânico vs. dose de N influenciou positivamente ( $p < 0,05$ ) no teor de N da gramínea Mombaça (Figura 12).



**Figura 12** - Teor médio de N (g/kg) na matéria seca de *Panicum maximum* cv. Mombaça, em função da interação, resíduo orgânico vs. dose de nitrogênio, em Belém, Pará.

De maneira geral, ocorreu elevação linear no teor médio de N da matéria seca da parte aérea da gramínea, com aumento das doses de N, combinadas com resíduos orgânicos. Entretanto, o teor de N (16,94 g/kg) foi obtido nas diferentes combinações dos resíduos orgânicos, com a dose de N (50 mg/dm³). Isso se explica pelo fato da adubação nitrogenada acelerar o crescimento, perfilhamento, produção de folha e, conseqüentemente, expansão da parte aérea (FREITAS et al., 2005). Os dados obtidos pelo presente estudo são similares aos de Lavres Júnior (2001), de 14,56 a 27,85 g/kg, e aos de Manarin e Monteiro (2002), que constataram variação nos teores de N de Mombaça, de 8,8 a 18,5 g/kg, em folhas recém-expandidas.

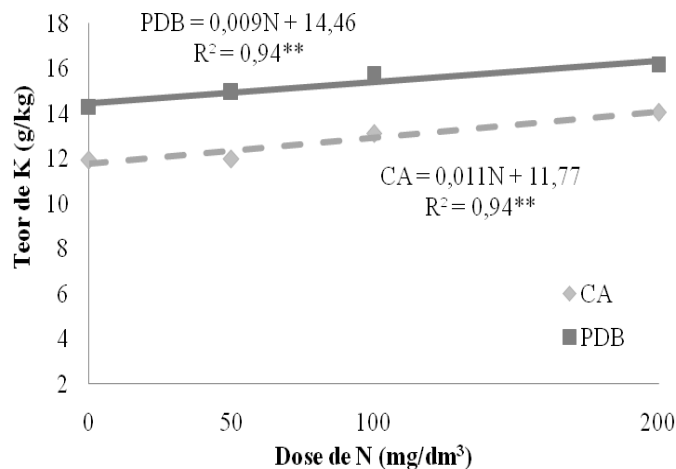
O teor de fósforo da gramínea *Panicum maximum* cv. Mombaça apresentou efeito significativo negativo ( $p < 0,05$ ) na interação resíduo orgânico vs. dose de nitrogênio (Figura 13).



**Figura 13** - Teor médio de P (g/kg) na matéria seca de *Panicum maximum* cv. Mombaça, em função da interação, resíduo orgânico vs. dose de nitrogênio, em Belém, Pará.

Com aumento das doses de N, combinadas com ambos os resíduos orgânicos, diminuiu o teor de P da parte aérea da gramínea, o que pode ter ocorrido pela diluição do nutriente na planta, decorrente do aumento de produção de massa seca da parte aérea, com aumento das doses de nitrogênio fornecidas na solução nutritiva. Esse fato já foi demonstrado para *Panicum maximum*, nos capins Aruana, Mombaça e Tanzânia (SANTOS JÚNIOR, 2005; SILVEIRA e MONTEIRO, 2010).

Conforme o Anexo 3, o teor de K apresentou efeito significativo positivo ( $p < 0,05$ ) da interação resíduo orgânico vs. dose de nitrogênio (Figura 14).

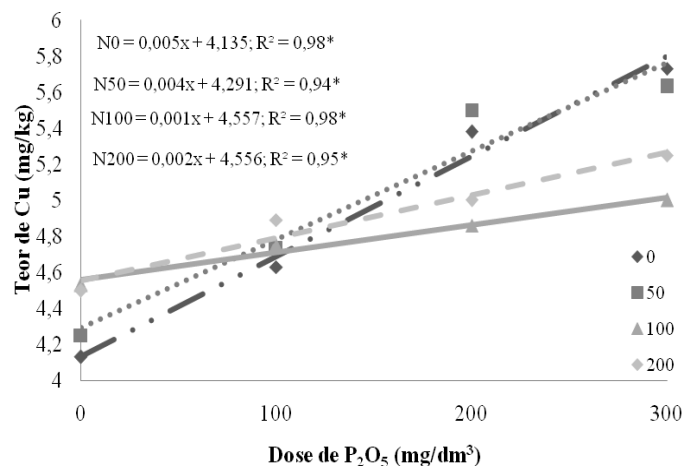


**Figura 14** - Teor médio de K (g/kg) na matéria seca de *Panicum maximum* cv. Mombaça, em função da interação, resíduo orgânico vs. dose de nitrogênio, em Belém, Pará.

O teor máximo de K (16,19 g/kg) foi obtido com a combinação do resíduo orgânico PDB e dose de N (200 mg/dm<sup>3</sup>). Os teores de K da parte aérea com pó de balão estão dentro do recomendado por Malavolta et al. (1997), 14,3 a 18,4 g/kg. Resultados contrários foram relatados por Costa e Oliveira (2003), que afirmaram que a adubação nitrogenada não exerceu influência sobre os teores de K. Prevê-se que os teores médios de K, nas diferentes doses de N, combinadas com pó de balão, estariam a suprir as necessidades de bovinos de corte e de leite, bem como ovinos e caprinos, situação que não ocorreu ao adubar a gramínea Mombaça com cama de aviário, que variou de 11,94 a 14,06 g/kg.

Os teores de Ca e Mg não apresentaram efeito significativo ( $p > 0,05$ ), com relação às fontes de variação analisadas.

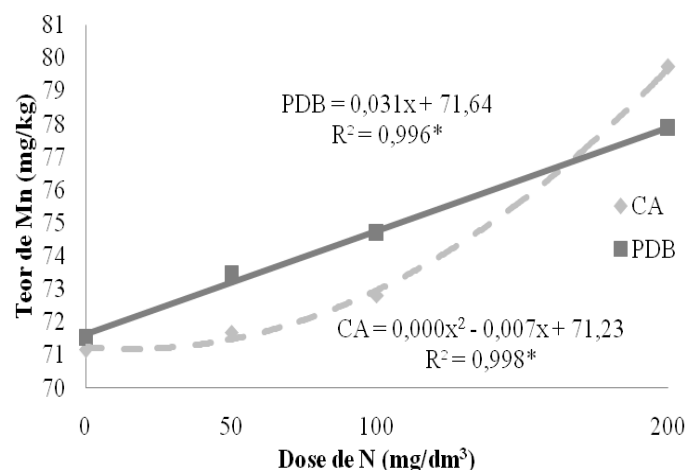
Os resultados das análises de variância, para o efeito dos resíduos orgânicos, doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e doses de N, na composição de microminerais, estão apresentados no Anexo 3. No teor de cobre houve efeito somente da interação dose de N vs. dose de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Figura 15).



**Figura 15** - Teor médio de Cu (mg/kg) na matéria seca de *Panicum maximum* cv. Mombaça, em função da interação, dose de nitrogênio vs. dose de  $P_2O_5$ , em Belém, Pará.

Verifica-se aumento linear em todas as combinações de doses de N e de  $P_2O_5$ , entretanto, a combinação das doses de N ( $0 \text{ mg/dm}^3$ ) e de  $P_2O_5$  ( $300 \text{ mg/dm}^3$ ) proporcionou maior teor de Cu ( $5,73 \text{ mg/kg}$ ), na gramínea. Os resultados de Cu obtidos no presente trabalho são inferiores aos de Costa e Oliveira (2003), em Tanzânia, com teores de Cu, na faixa de 6,9 a  $9,3 \text{ mg/kg}$ . Os teores de Cu obtidos são insuficientes para atender as exigências de bovinos de leite e de corte, entretanto, próximos aos valores ideais, de  $10 \text{ mg/kg}$ , e adequados para as exigências de ovinos (FREITAS et al., 2007).

O teor de Mn apresentou efeito significativo ( $p < 0,05$ ), na interação resíduo orgânico vs. dose de N (Figura 16).



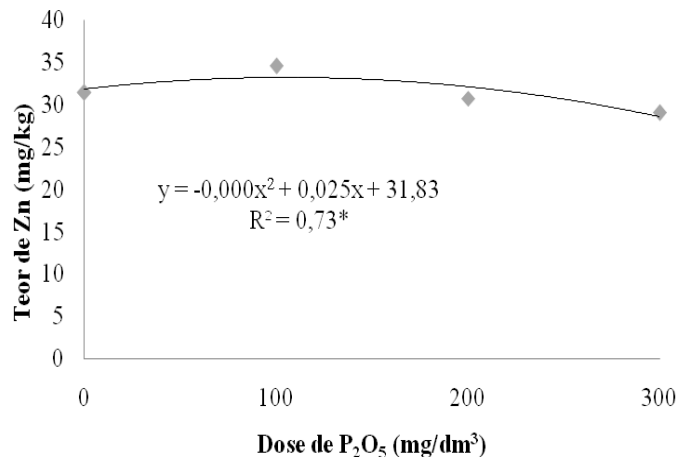
**Figura 16** - Teor médio de Mn (mg/kg) na matéria seca de *Panicum maximum* cv. Mombaça, em função da interação, resíduo orgânico vs. dose de nitrogênio, em Belém, Pará.

Com aumento nas doses de N combinadas com cama de aviário, ocorreu elevação quadrática no teor de Mn, entretanto, ao combinar com o resíduo orgânico pó de balão, houve aumento linear. A elevação no teor de Mn está ligada não somente à utilização da adubação

nitrogenada, mas, também, pela neutralização do pH do solo, que facilita a disponibilidade de Mn. Soares et al. (2010) avaliaram o Tanzânia e encontraram valores inferiores de Mn, 68,4 mg/kg. Segundo o NRC (2000), os requerimentos em Mn para gado de corte e leiteiro apresentam variação de 20 a 40 mg/kg. Dessa forma, os teores determinados neste trabalho são superiores às exigências de ambas as categorias.

O resíduo orgânico, pó de balão, proporcionou maior teor de Fe (178,80 mg/kg), na parte aérea da gramínea Mombaça, que a cama de aviário (150,02 mg/kg). Esse comportamento pode ser devido à composição de cada resíduo utilizado, considerando-se que o pó de balão possui cerca de dez vezes mais esse micronutriente.

O teor de Zn apresentou efeito quadrático significativo ( $p < 0,05$ ), somente com relação às doses de  $P_2O_5$  utilizadas (Figura 17).

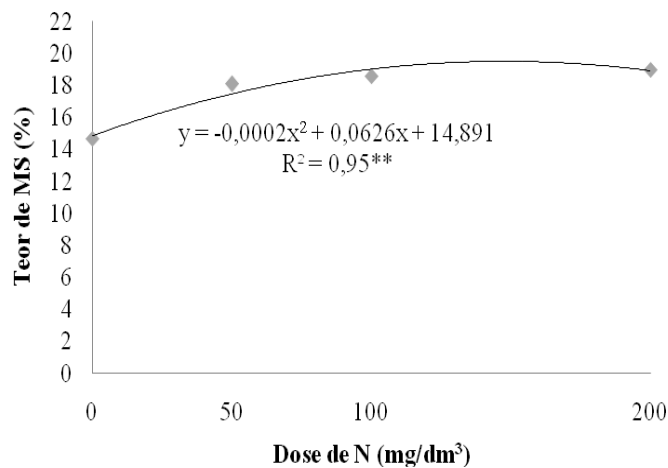


**Figura 17** - Teor médio de Zn (mg/kg) na matéria seca de *Panicum maximum* cv. Mombaça, submetido a diferentes doses de  $P_2O_5$ , em Belém, Pará.

Com relação ao teor de Zn, na parte aérea da gramínea, verifica-se elevação quadrática, até a dose de  $P_2O_5$  (100 mg/dm<sup>3</sup>), entretanto, todas as doses de  $P_2O_5$  proporcionaram teores de Zn superiores ao nível mínimo de suficiência para bovinos (20 mg/kg), descrita por McDowell et al. (2006). Entretanto, conforme a composição de metais pesados no solo e forragem deste trabalho, os valores determinados de Zn não proporcionam toxidez, pois estão abaixo do valor de referência definido pelo CONAMA (2009).

### 3.3.4 Composição Bromatológica da Forrageira

Os resultados das análises de variância da composição bromatológica encontram-se no Anexo 4. Observa-se que a variável MS apresentou efeito significativo ( $p < 0,05$ ), quanto aos resíduos orgânicos utilizados e dose de N. Os resíduos cama de aviário e pó de balão proporcionaram, respectivamente, teores de MS de 20,33 e 14,84 g/vaso. Santana et al. (2010) registraram teores de MS no Mombaça, em diferentes fontes e doses de corretivo de acidez, entre 20,48 e 45,10 g/vaso. Houve efeito significativo das doses de N, no teor de MS da gramínea (Figura 18).



**Figura 18** - Teor médio de MS (%) na gramínea *Panicum maximum* cv. Mombaça, em função da aplicação de doses de nitrogênio, em Belém, Pará.

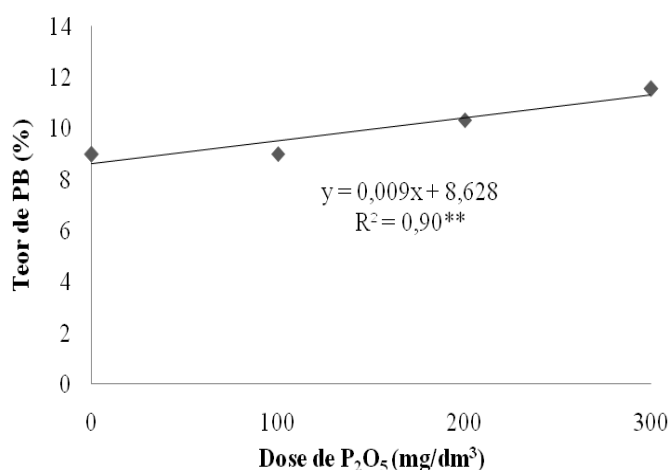
Independentemente do resíduo orgânico utilizado, houve aumento quadrático no teor de MS, com elevação das doses de N, com teor máximo de matéria seca (19%), na aplicação de 200 mg/dm<sup>3</sup> de N. Em geral, os teores de MS estão abaixo dos encontrados por Santos et al. (2003), de 20,8% e 20,6%, respectivamente, para Tanzânia e Mombaça, aos 30 dias de crescimento. O baixo teor de MS, provavelmente, está associado à frequência de corte utilizada, de 30 dias, e, também, por ser trabalho em casa de vegetação, com cultivo das plantas em vasos, onde ocorre menor desenvolvimento das plantas, quando comparadas às cultivadas em condições de campo.

O teor de MO na gramínea apresentou efeito significativo ( $p < 0,05$ ) dos resíduos orgânicos, com o pó de balão superior à cama de aviário, respectivamente, 92,52 e 91,91%. Em solos tropicais e subtropicais, altamente intemperizados, a MO tem grande importância no fornecimento de nutrientes às culturas, na retenção de cátions, complexação de elementos

tóxicos e microminerais, estabilidade da estrutura, infiltração e retenção de água, aeração e atividade e diversidade microbiana, constituindo-se, assim, um componente fundamental da sua capacidade produtiva. Nessas regiões, a degradação da matéria orgânica, em condições inadequadas de manejo, é rápida e vem acompanhada de processo de deterioração das características químicas, físicas e biológicas do solo (BAYER e MIELNICZUK, 2008).

De acordo com o Anexo 4, o teor de MM foi influenciado significativamente ( $p < 0,05$ ) pelos resíduos orgânicos utilizados, com a cama de aviário superior ao pó de balão, 8,09 e 7,48%, respectivamente. Observa-se que à medida que aumentou o teor de MO da gramínea, com pó de balão, diminuiu o teor de matéria mineral e vice-versa, com cama de aviário.

O teor de PB na gramínea foi influenciado significativamente ( $p < 0,05$ ) pelas doses de  $P_2O_5$  (Figura 19).

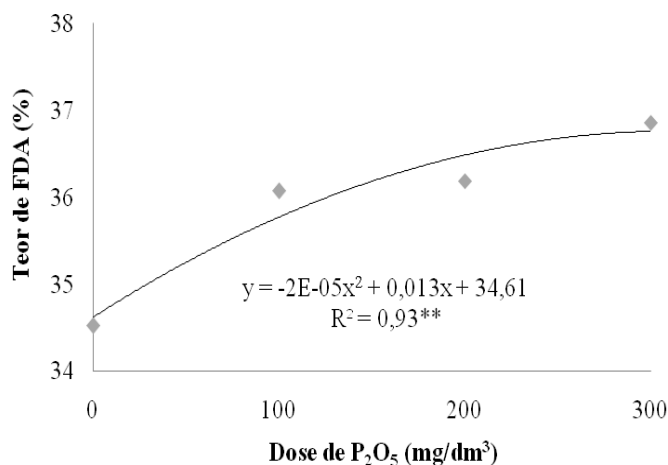


**Figura 19** - Teor médio de PB (% na MS) na gramínea *Panicum maximum* cv. Mombaça, submetido a diferentes doses de  $P_2O_5$ , em Belém, Pará.

No presente trabalho, com aumento das doses de  $P_2O_5$ , aumentou linearmente o teor de PB, onde a maior dose de  $P_2O_5$  ( $300 mg/dm^3$ ) elevou o teor de PB para 11,57%. Estudos com gramíneas tropicais evidenciaram que a adubação fosfatada aumenta significativamente a concentração de PB da parte aérea das plantas (SAWAN et al., 2001; FRANCO, 2003), devido ao maior sistema radicular proporcionado pela nutrição com fósforo (PATÊS et al., 2008). Em gramíneas forrageiras tropicais, teores de PB inferiores a 7% ou 1,12% de N, na MS, reduzem o consumo animal (MAZZA et al., 2009). Os níveis de PB da gramínea Mombaça, neste trabalho, estão adequados para bom funcionamento da microbiota ruminal e para alimentação dos ruminantes (VAN SOEST, 1994). Dias et al. (2007), ao avaliarem a gramínea Mombaça, adubada com diferentes fontes de fósforo, determinaram teor de PB de 7,75%.

Os efeitos dos resíduos orgânicos utilizados, doses de N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> não foram significativos ( $p > 0,05$ ) no teor de FDN, entretanto ao adubar com PDB e CA, os teores de FDN obtidos foram 61,05 e 62,20%, respectivamente.

O teor de FDA foi influenciado pela adubação fosfatada, com resposta quadrática positiva, à medida que aumentou a dose de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Figura 20).

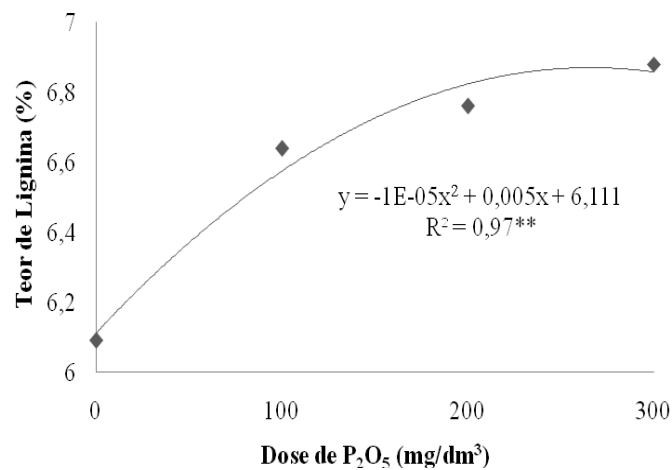


**Figura 20** - Teor médio de FDA (% na MS) na gramínea *Panicum maximum* cv. Mombaça, submetido a diferentes doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, em Belém, Pará.

A elevação da dose de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aumentou o teor de FDA na parte aérea da gramínea Mombaça, com teor de 36,86%, na maior dose (300 mg/dm<sup>3</sup>). O baixo valor nutritivo das forrageiras tropicais é frequentemente mencionado na literatura e está associado ao reduzido teor de PB e minerais, e conteúdo de fibras elevado. Com o amadurecimento da planta, a produção de componentes potencialmente digeríveis - carboidratos solúveis, proteínas, minerais e outros conteúdos celulares - tende a decrescer. O alto teor de FDA indica maior proporção dos constituintes fibrosos mais resistentes à digestão, tais como as pentosanas resistentes, lignina e cutina, que são componentes da parede celular responsáveis pela baixa digestibilidade da forragem (VAN SOEST, 1994; EUCLIDES, 2000). Os valores observados são inferiores aos de Freitas et al. (2007) e Garcia et al. (2009), com teores médios de FDA, respectivamente, de 46,8% e 55,07%.

O teor de lignina na gramínea foi influenciado significativamente ( $p < 0,05$ ) pelas doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Figura 21).

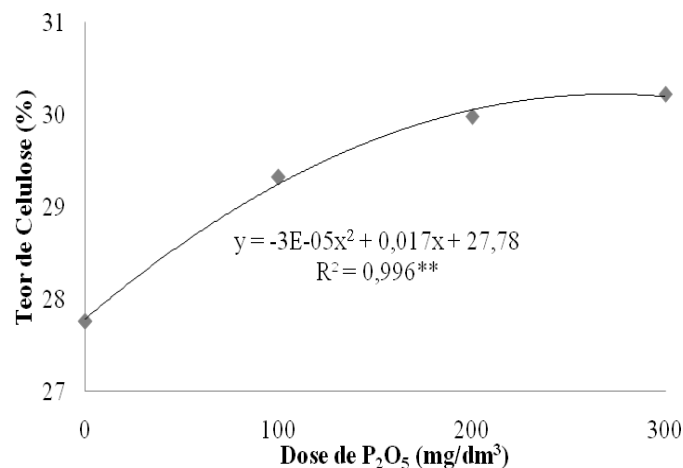




**Figura 21** - Teor médio de lignina (% na MS) na gramínea *Panicum maximum* cv. Mombaça, submetido a diferentes doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, em Belém, Pará.

Semelhante ao teor de FDA, com aumento nas doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, ocorreu elevação da lignina. A maior dose de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (300 mg/dm<sup>3</sup>) proporcionou teor de lignina de 6,88% na gramínea. Os dados de lignina do presente trabalho foram superiores aos de Martuscello (2007), em *Panicum maximum*, entre 2,19 e 4,18%. A lignina afeta a digestibilidade da MS, principalmente da fração FDN, ao limitar a digestão da parede celular das plantas, e, nesse caso, há reflexo direto na concentração de energia digestível das plantas, o que compromete a produção animal (RODRIGUES e VIEIRA, 2006). De acordo com EASTRIDGE (1997), a digestibilidade de um alimento está mais relacionada com a FDA do que com a FDN. A lignina limita a digestibilidade da forragem, por proporcionar resistência física à forrageira (JERBA et al., 2005). A lignina tem função duplicada contra herbivoria, pois age quimicamente como bloqueio enzimático e fisicamente, proporciona rigidez à parede celular (VAN SOEST, 1994; TAIZ e ZEIGER, 2004). A lignina, formada por precursores fenólicos, também, constitui fator anti-nutricional, pois, em geral, se liga quimicamente aos carboidratos da parede celular e constitui o principal obstáculo na digestão da fibra (JUNG et al., 1997).

O teor de celulose na gramínea apresentou efeito significativo ( $p < 0,05$ ) com a aplicação das doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Figura 22).



**Figura 22** - Teor médio de celulose (% na MS) na gramínea *Panicum maximum* cv. Mombaça, submetido a diferentes doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, em Belém, Pará.

Verifica-se que a aplicação de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> influenciou negativamente no teor de celulose da gramínea, cujo maior teor esteve associado à dose de 300 mg/dm<sup>3</sup>. Não é recomendável ter como referência apenas o valor quantitativo de celulose, pois sua disponibilidade nutricional varia de indigestível a completamente digestível, na dependência do grau de lignificação (VAN SOEST, 1994). Os teores obtidos no presente trabalho são superiores aos de Maranhão et al. (2009).

O teor de hemicelulose na gramínea não apresentou efeito significativo ( $p > 0,05$ ) quanto às fontes de variância analisadas.

### 3.4 CONCLUSÃO

- A combinação dos resíduos orgânicos com dose de nitrogênio foi a que maior apresentou influência significativa nos teores de macrominerais (N, P e K) e micromineral (Mn).
- O pó de balão proporcionou maiores teores de Fe e MO ao comparar com a cama de aviário.
- De modo geral, o uso dos resíduos orgânicos, dose de nitrogênio e dose de fósforo, não apresentaram efeito significativo nos teores de Ca, Mg, FDN e hemicelulose.
- A aplicação de fósforo influenciou nas variáveis estudadas Zn, PB, FDA, lignina e celulose, sendo que, o maior teor obtido de cada variável esteve associado a 100 mg/kg de P para Zn e 300 mg/kg de P para as demais.

- O maior teor de Cu (5,73 mg/kg) esteve associado a combinação da dose de N (0 mg/kg) e dose de P (300 mg/kg).
- O resíduo orgânico, pó de balão, torna-se contaminante do solo e da forragem devido à presença de metais pesados em sua composição, este fato pode ser limitante ao seu uso agrícola como adubo orgânico.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, A. Pólo estimula o reflorestamento. **Revista Pólo Sustentável**, Belém, mar/abr. 2008, 8p.

ANDRADE, A. C.; FONSECA, D. M.; GOMIDE, J. A.; ALVAREZ, V. H.; MARTINS, C. E.; SOUZA, D. P. H. Produtividade e valor nutritivo do capim-elefante cv. Napier sob doses crescentes de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1589-1595, 2000.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY - AOAC. **Official methods of analysis**. 16.ed. 3rd Revision, Arlington: AOAC International, 1997. 991p.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. (Eds.) **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p.7-18.

CAIRES, E. F.; FONSECA, A. F.; FELDHAUS, I. C.; BLUM, J. Crescimento radicular e nutrição da soja cultivada no sistema plantio direto em resposta ao calcário e gesso na superfície. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.25, n.4, p.1029-1040, 2001.

CECATO, U.; PEREIRA, L. A. F.; JOBIM, C. C.; MARTINS, E. N.; BRANCO, A. F.; GALBEIRO, S.; MACHADO, A. O. Influência das adubações nitrogenada e fosfatada sobre a composição químico-bromatológica do capim Marandú (*Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf cv. Marandú). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.26, n.3, p.409-416, 2004.

CIOTTA, M. N.; BAYER, C.; ERNANI, P. R.; FONTOURA, S. M. V.; WOBETO, C.; ALBUQUERQUE, J. A. Manejo da calagem e os componentes da acidez de Latossolo Bruno em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, n.2, p.317-326, 2004.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 420, de 28 de dezembro de 2009.** “Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas.”, Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, DF, nº 249, de 30/12/2009, pag. 81-84. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiano1.cfm?codlegitipo=3&ano=2009>. Acesso em: 10/01/2011.

COSTA, N. L. Adubação nitrogenada e consorciação de capim elefante (*Pennisetum purpureum* cv. Cameroon) com leguminosas forrageiras tropicais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, n.3, p.401-408, 1995.

COSTA, K. A. P.; OLIVEIRA, I. P.; FRANÇA, A. F. S. GUIMARÃES, T. E. R. Teores de PB, MS, FDN e FDA na forragem de *Panicum maximum* cv. Tanzânia em função da aplicação de doses de nitrogênio, potássio e enxofre. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., Santa Maria. **Anais...** Santa Maria, 2003. CD ROM.

DIAS, F. J.; JOBIM, C. C.; CECATO, U.; BRANCO, A. F.; SANTELLO, G. A. Composição química da gramínea Mombaça (*Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça) adubado com diferentes fontes de fósforo sob pastejo. **Acta Scientiarum. Animal Science**, v.29, n.1, p.9-16, 2007.

EASTRIDGE, M. L. Fibra para vacas leiteiras. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL CONFINAMENTO DE BOVINOS, 9., Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, 1997. p.33-50.

EMBRAPA (SNLCS). Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de métodos e análise de solo**. 2 ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 1997. 212p.

EUCLIDES, V. P. B. **Intensificação da produção de carne bovina em pastagem**. 2000. Disponível em: <http://www.cnpqc.embrapa.br/publicacoes/naoseriadas/cursosuplementacao/manejo/2.html>. Acesso em: 10 novembro 2010.

FRANCO, C. J. H. **Avaliação agronômica de fontes e doses de fósforo pra o capim-Tifton 85**. 2003. 92p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdades de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2003.

FREITAS, K. R.; ROSA, B.; RUGGIERO, J. A.; NASCIMENTO, J. L.; HEINEMAM, A. B.; FERREIRA, P. H.; MACEDO, R. Avaliação da gramínea Mombaça (*Panicum maximum*

Jacq.) submetido a diferentes doses de nitrogênio. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.27, n.1, p.83-89, 2005.

FREITAS, K. R.; ROSA, B.; RUGGIERO, J. A.; NASCIMENTO, J. L.; HEINEMAM, A. B.; MACEDO, R. F.; NAVES, M. A. T.; OLIVEIRA, I. P. Avaliação da composição químico – bromatológica da gramínea Mombaça (*Panicum maximum* jacq.) submetido a diferentes doses de nitrogênio. **Bioscience Journal**, v.23, n.3, p.1-10, 2007.

GARCIA, A. R.; ALVAREZ, W. F. M.; COSTA, N. A.; NAHÚM, B. S.; NETO, T. Q.; CASTRO, S. R. S. Avaliação do desempenho de bovinos de corte criados em sistemas silvipastoris no estado do Pará. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, v.4, n.8, p.51-62, 2009.

JERBA, V. F.; FERNANDES, C. D.; MARCHI, C. E.; LEANDRO, K. R.; OLIVEIRA, V. B. Identificação dos fatores de anti-qualidade em folhas dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 7., Campo Grande. **Anais...**Campo Grande, 2005. CD Rom.

JUNG, H. G.; MERTENS, D. R.; PAYNE, A. J. Correlation of acid detergent lignin and klason lignin with digestibility of forage dry matter and neutral detergent fiber. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.1622-1628, 1997.

LAVRES JUNIOR, J. **Combinações de doses de nitrogênio e potássio para a gramínea Mombaça**. 2001. 103p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2001.

MACEDO, M. C. M. Sistemas de produção animal em pasto nas savanas tropicais da América: limitações à sustentabilidade. In: REUNIÓN LATINOAMERICANA DE PRODUCCIÓN ANIMAL, 16., CONGRESO URUGUAYO DE PRODUCCIÓN ANIMAL, 3., 2000, Montevideo. **Anales...** Montevideo: Alpa, 2000. (compact disc).

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

MANARIN, C. A.; MONTEIRO, F. A. Nitrogênio na produção e diagnose foliar da gramínea Mombaça. **Boletim de Indústria Animal**, v.59, n.2, p.115-123, 2002.

MARANHÃO, C. M. A.; SILVA, C. C. F.; BONOMO, P.; PIRES, A. J. V. Produção e composição químico-bromatológica de duas cultivares de braquiária adubadas com nitrogênio e sua relação com o índice SPAD. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.31, n.2, p.117-122, 2009.

MARTHA JÚNIOR, G. B. **Produção de forragem e transformações do nitrogênio do fertilizante em pastagem irrigada de capim Tanzânia**. 2003. 149p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.

MARTUSCELLO, J. A. **Repetibilidade e seleção em *Panicum maximum* Jacq.** 2007. 100p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

MAZZA, L. M.; PÔGGERE, G. C.; FERRARO, F. P.; RIBEIRO, C. B.; CHEROBIM, V. F.; MOTTA, A. C. V.; MORAES, A. Adubação nitrogenada na produtividade e composição química da gramínea Mombaça no primeiro planalto paranaense. **Scientia Agraria**, v.10, n.4, p.257-265, 2009.

MCDOWELL, L. R. Minerals for grazing ruminants in tropical regions. In: ABREU, E. M. A. de; FERNANDES, A. R.; MARTINS, A. R. A.; RODRIGUES, T. E. Produção de forragem e valor nutritivo de espécies forrageiras sob condições de pastejo, em solo de várzea baixa do Rio Guamá. **Acta Amazônica**, v.36, n.1, p.11-18, 2006.

MELLO, S. Q. S.; FRANÇA, A. F. S.; LANNA, A. C.; HINE, A. F. B.; KLIMANN, H. J.; RIOS, L. C.; SOARES, T. V. Adubação nitrogenada em capim-mombaça: produção, eficiência de conversão e recuperação aparente do nitrogênio. **Ciência Animal Brasileira**, v.9, n.4, p.935-947, 2008.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7. ed. Washington: National Academy of Science, 2000. 242 p. (Nutrient Requirements of Domestic Animals, 4).

PATÊS, N. M. S.; PIRES, A. J. V.; CARVALHO, G. G. P.; OLIVEIRA, A. C.; FONSÊCA, M. P.; VELOSO, C. M. Produção e valor nutritivo do capim-tanzânia fertilizado com nitrogênio e fósforo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.11, p.1934-1939, 2008.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. 2. ed. Piracicaba: Ceres, 1991. 343p.

RIBEIRO, E. G.; FONTES, C. A. A.; BERGOTTINI, J. G.; PALIERAQUI, A. C. C.; MARTINS, C. E.; SILVA, R. C. Influência da irrigação, nas épocas seca e chuvosa, na produção e composição química dos capins napier e Mombaça em sistema de lotação intermitente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1432-1442, 2009.

RODRIGUES, M. T.; VIEIRA, R. Metodologias aplicadas ao fracionamento de alimentos. In: BERCHIELLI, T. T., PIRES, A. V., OLIVEIRA, S. G. (Ed.). **Nutrição de Ruminantes**. p.25-56. 2006.

SANTANA, G. S.; BIANCHI, P. P. M.; MORITA, I. M.; ISEPON, O. J.; FERNANDES, F. M. Produção e composição bromatológica da forragem da gramínea Mombaça (*Panicum maximum* Jacq.), submetidos a diferentes fontes e doses de corretivo de acidez. **Semina: Ciências Agrárias**, v.31, n.1, p.241-246, 2010.

SANTOS, M. V. F.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; SILVA, M. C. SANTOS, S. F.; FERREIRA, R. L. C.; MELLO, A. C. L., FARIAS, I.; FREITAS, E. V. Produtividade e composição química de gramíneas tropicais na Zona da Mata de Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, n.4, p.821-827, 2003.

SANTOS, P. M., CORSI, M., BALSALOBRE, M. A. A. Efeito da frequência de pastejo e da época do ano sobre a produção e a qualidade em *Panicum maximum* cvs. “Tanzânia” e “Mombaça”. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.2, p.244-249, 1999.

SANTOS, E. M; ZANINE, A. M; FERREIRA, D. J; OLIVEIRA, J. S; PEREIRA, O. G. Composição química do feno de capim-tanzânia (*Panicum maximum*) tratado com hidróxido de sódio. **Arquivo de Ciência Veterinária e Zoologia**, v.11, n.1, p.41-46, 2008.

SANTOS JÚNIOR, J. D. G. **Fertilidade do solo no acúmulo de forragem e nutrição do capim-Tanzânia sob pastejo na região dos Cerrados**. 2005. 105p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba. 2005.

SARRUGE, J. R.; HAAG, H. P. **Análise química em plantas**. Piracicaba: ESALQ, Departamento de Química, 1974. 56p.

SAWAN, Z. M.; HAFEZ, S. A.; BASYONY, A. E. Effect of phosphorus fertilization and foliar application of chelate zinc and calcium on seed, protein and oil yields and oil properties of cotton. **Journal Agriculture Science**, v.136, p.191-198, 2001.

SHUNKE, R. M. **Alternativas de manejo de pastagem para melhor aproveitamento do nitrogênio do solo**. Campo Grande: Embrapa - CNPQC, 2001 (Embrapa - CNPQC. Documentos 111).

SILVA, S. C. Condições edafo-climáticas para a produção de *Panicum* sp. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12., 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fealq, 1995. p.129-146.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de Alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3. ed. Viçosa: Imprensa Universitária (Universidade Federal de Viçosa). 2002.

SILVEIRA, C. P.; MONTEIRO, F. A. Macrominerais em folhas diagnósticas do capim-tanzânia adubado com nitrogênio e cálcio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.4, p.736-745, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

VAN SOEST, P. J. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non starch polyssacarides in relation to animal nutrition. **Journal Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1994.



#### 4 RESÍDUO SIDERÚRGICO “PÓ DE BALÃO” EM COMBINAÇÃO COM FÓSFORO NA PRODUÇÃO DE MASSA DE FORRAGEM E COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA DE QUICUIO-DA-AMAZÔNIA (*Brachiaria humidicola*)

**RESUMO** - O trabalho avaliou a produção de massa de forragem e composição químico-bromatológica da forrageira quicuiu-da-amazônia (*Brachiaria humidicola*), adubada com resíduo orgânico da indústria siderúrgica (pó de balão), em condições de campo. O delineamento experimental para produção de massa de forragem e minerais foi blocos casualizados, com três repetições e tratamentos arranjos em fatorial, nas parcelas combinadas com três níveis de cada resíduo (pó de balão - 5, 10 e 20 t/ha e cama de aviário - 2, 4 e 8 t/ha), com quatro doses de fósforo (0, 150, 300 e 450 kg/ha de  $P_2O_5$ ), as parcelas foram avaliadas em quatro períodos de avaliação (1º, 2º, 3º e 4º), como subparcelas. Na composição bromatológica foi usado blocos casualizados, com duas repetições, e parcela subdividida no tempo. Os fatores estudados foram: dois resíduos orgânicos (pó de balão - 5 e 20 t/ha e cama de aviário - 2 e 8 t/ha), combinadas com duas doses de fósforo (150 e 450 kg/ha de  $P_2O_5$ ), e quatro períodos de avaliação (1º, 2º, 3º e 4º), como subparcelas. Em cada período de avaliação, a forragem coletada foi dividida em duas partes (colmo e folha). O resíduo orgânico, pó de balão proporcionou maior produção de massa de forragem, 9.710,99 kg/ha ao comparar com cama de aviário que foi de 9.095,72 kg/ha. O maior teor de nitrogênio (19,02 g/kg) foi obtido ao adubar com pó de balão (5 t/ha), enquanto que, a cama de aviário proporcionou maior teor de N (20,16 g/kg) ao adubar com maior dose (8 t/ha). A cama de aviário proporcionou maiores teores de P e K na *B. humidicola*. O pó de balão proporcionou maior teor Ca de 3,63 g/kg, enquanto a cama de aviário foi de 3,37 g/kg. No primeiro período de avaliação, ao adubar com pó de balão (10 t/ha) foi obtido menor teor de Mg (3,37 g/kg). Os microminerais apresentaram efeito significativo quanto aos produtos orgânicos e períodos de avaliação. A combinação do resíduo orgânico, pó de balão, com doses de nitrogênio e fósforo exerce efeito sobre o valor nutricional da *B. humidicola*. O risco de contaminação do solo e da forragem por metais pesados presentes no pó de balão pode limitar seu uso agrícola como adubo orgânico.

**Palavras-chave:** Adubação de pastagem, massa seca, microminerais, siderurgia, valor nutritivo.

**ABSTRACT** - The work evaluated the production of forage mass and chemical-bromatologic composition of the *Brachiaria humidicola* (quicuiu-da-amazônia) grass fertilized with organic waste deriving of the siderurgic industry (pó de balão), in the field conditions. For forage mass production and nutrients, a complete randomized block design with three repetitions and was used with treatment arranged in factorial, in the plots combined with three levels of each organic waste (pó de balão: 5 t/ha - PDB5, 10 t/ha - PDB10, 20 t/ha - PDB20 and poultry litter: 2 t/ha - CA2, 4 t/ha - CA4, 8 t/ha - CA8) with four doses of phosphorus (0, 150, 300 and 450 kg/ha of  $P_2O_5$ ), the plots had been evaluated in four periods (1<sup>th</sup>, 2<sup>th</sup>, 3<sup>th</sup> and 4<sup>th</sup>) considered as split-plots. For bromatologic composition, a complete randomized block design with two repetitions and split-plotted in the time. The studied factors were: two organic wastes (pó de balão: 5 t/ha - PDB5 and 20 t/ha - PDB20 and poultry litter: 2 t/ha - CA2 and 8 t/ha - CA8) in combination with two doses of phosphorus (150 and 450 kg/ha of  $P_2O_5$ ), and four periods of evaluation (1<sup>th</sup>, 2<sup>th</sup>, 3<sup>th</sup> and 4<sup>th</sup>) as split-plots. In each period of evaluation, the collected forage was divided in two parts (stem and leaf). The organic residue, “pó de balão” produced higher forage mass, 9,710.99 kg/ha when compared to poultry litter that was 9,095.72 kg/ha. The higher nitrogen content (19.02 g/kg) was achieved by fertilizing with “pó de balão” (5 t/ha), while the poultry manure increased the content of N (20.16 g/kg) to fertilize the highest content (8 t/ha). The poultry litter resulted in higher levels of P and K in *B. humidicola*. The “pó de balão” increased the content of 3.63 g Ca/kg, while poultry litter was 3.37 g/kg. In the first evaluation period, to fertilize with “pó de balão” (10 t/ha) was obtained lower Mg content (3.37 g/kg). Micronutrients significant effect on organic products and evaluation periods. The combination of organic waste, “pó de balão” with nitrogen and phosphorus has an effect on the nutritional value of *B. humidicola*. The risk of contamination of soil and grass by heavy metals present in the “pó de balão” may limit their agricultural use as organic fertilizer.

**Key-words:** Pasture fertilization, dry mass, micronutrients, siderurgy, nutritional value.

## 4.1 INTRODUÇÃO

A pecuária brasileira é desenvolvida, basicamente, em pastagens nativas e cultivadas, as quais são importantes no sucesso dessa atividade e da sua capacidade produtiva. Na Amazônia, a pecuária enfrenta sério problema de degradação das pastagens, que resulta em baixa eficiência biológica e econômica, como reflexo do aproveitamento inadequado do solo e manejo inapropriado das pastagens. No entanto, existem fatores potencialmente favoráveis ao pleno desenvolvimento das espécies forrageiras, como suprimento de energia solar, calor e umidade, que são imprescindíveis para o seu crescimento (GÓES, 2000). De acordo com Serrão (1982), na Amazônia brasileira, os ciclos das pastagens cultivadas variam entre oito e dez anos, e seu declínio ocorre, quase sempre, pelo uso de gramíneas não adaptadas aos solos de baixa fertilidade predominantes na região, bem como pelo manejo inadequado das pastagens.

As plantas do gênero *Brachiaria* se desenvolvem em diferentes condições de clima e solo, mas sua expansão deve-se à sua adaptação a solos de baixa e média fertilidade (ZIMMER et al., 1988). Segundo Zimmer e Euclides Filho (1997), a *Brachiaria humidicola* é utilizada pelos pecuaristas, por representar uma alternativa para a recuperação de áreas degradadas ou renovação de pastagens na Amazônia. Nessa região, a espécie forrageira possui grande importância, devido às suas características de rusticidade, resistência a pragas e doenças e satisfatória produtividade em solos de baixa fertilidade (DIAS-FILHO, 1983).

Apesar da sua rusticidade, sua produtividade pode aumentar pelo manejo adequado do solo, comumente, os pecuaristas não praticam a adubação de pastagens, em função dos elevados custos dos fertilizantes minerais e baixos preços pagos pelos seus produtos. Assim, o aproveitamento de resíduos orgânicos podem ser uma alternativa para a adubação de pastagens, em substituição parcial ou total à adubação mineral, já que trabalhos científicos têm mostrado que o uso dessa ferramenta pode melhorar as características físicas, químicas e biológicas do solo e, conseqüentemente, da forragem, além de minimizar os custos de produção na pecuária e reduzir impactos ambientais (LANA et al., 2010).

Atualmente, quando se discute sobre a necessidade de utilização racional de resíduos orgânicos observa-se que ocorrem relações de grande importância para o meio rural e o mercado mundial. Entre as principais vantagens relacionadas encontra-se a redução de custos na produção agropecuária, uso em substituição aos adubos minerais, cumprimento da

legislação ambiental, implantação de um sistema sustentável, redução de uso das reservas finitas de adubos e de energia não renovável (LANA et al., 2010). Dessa forma, este trabalho visa avaliar a influência do resíduo orgânico, pó de balão, originário da indústria siderúrgica sobre a produção de massa de forragem e composição químico-bromatológica da *Brachiaria humidicola*, em combinação com adubação nitrogenada e fosfatada.

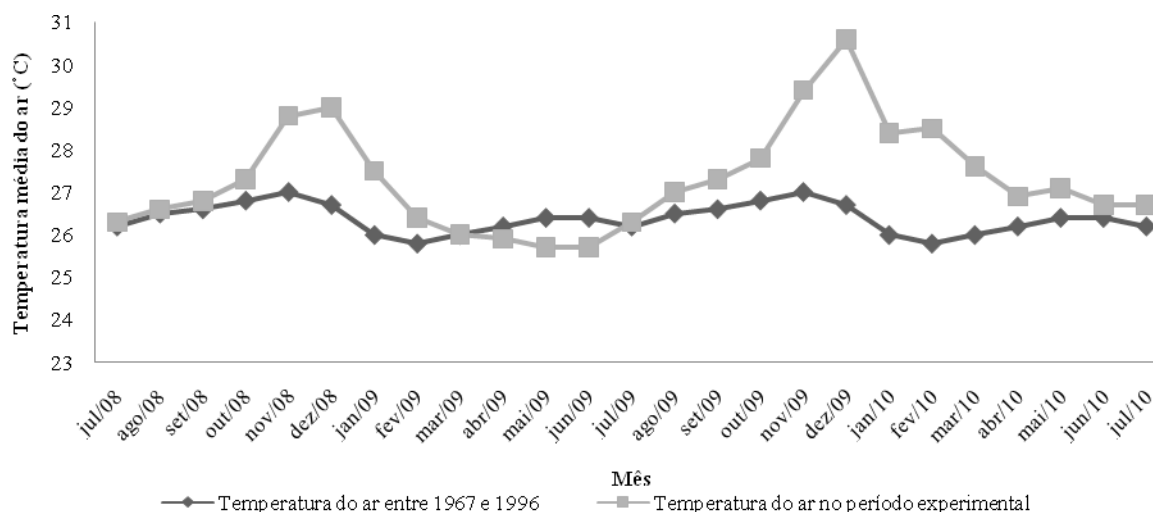
## 4.2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em condições de campo, conduzindo-se um experimento na Fazenda Monte Castelo, no município de Castanhal, Pará, com coordenadas geográficas de 01°18'03"S e 47°55'51"W, e 65 m de altitude, no período de julho de 2008 e julho de 2010. Neste estudo testou-se a aplicação de diferentes quantidades do produto pó de balão, em combinação com aplicação de doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Considerando-se que, o produto possui baixíssimo teor de N em sua constituição, resultante do processo de geração, em que o mesmo é submetido a elevadas temperaturas (acima de 1.000 °C) no alto forno, a sua qualidade em termos de nutriente geralmente é inferior aos demais adubos orgânicos. Em decorrência disso, optou-se por realizar um estudo em condições controladas acrescentando-se tratamentos com adubação nitrogenada crescente, objetivando-se avaliar a contribuição do nutriente na melhoria da qualidade do produto, como adubo orgânico.

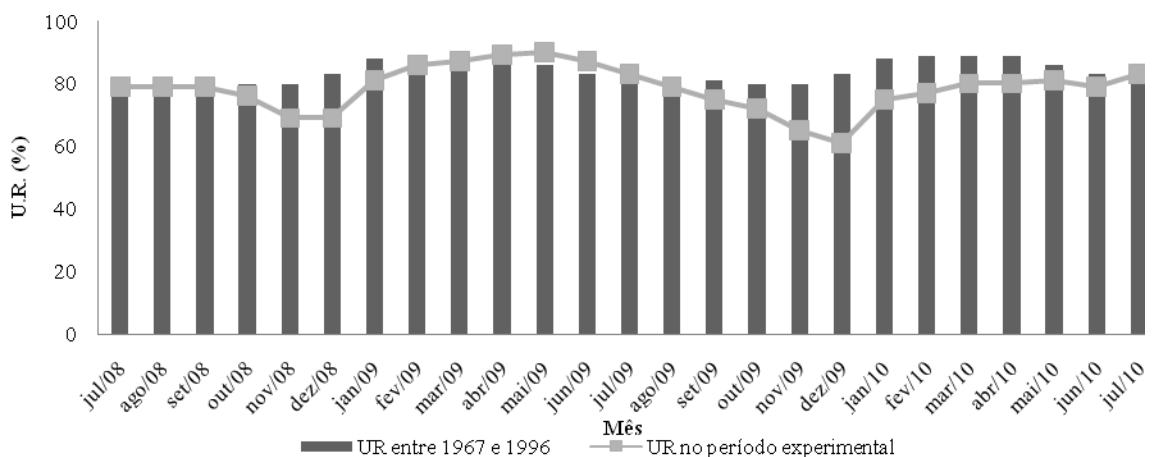
### 4.2.1 Características Climáticas

O clima é caracterizado como quente e úmido, com pequena amplitude térmica e grande variabilidade de chuva durante o ano, sendo este elemento considerado como regulador do calendário agrícola na região. O tipo climático é Ami, segundo Köppen, com precipitação pluviométrica média de 2.770 mm/ano, distribuída ao longo dos meses, com período mais chuvoso, de janeiro a junho, e menos chuvoso, de agosto a dezembro. A temperatura média anual é de 26,8°C, com média de umidade relativa do ar em torno de 85% (PACHECO e BASTOS, 2001; BASTOS et al., 2002).

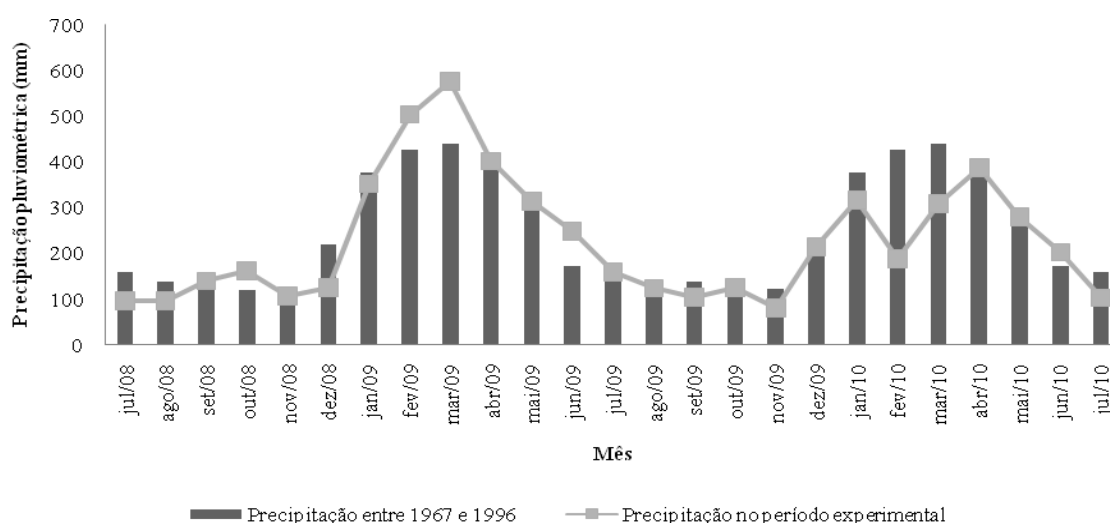
Nas Figuras 23 a 25 estão ilustrados os dados médios mensais de temperatura, umidade relativa do ar e precipitação pluvial, no período experimental, de julho de 2008 a julho de 2010, bem como entre 1967 a 1996, na Região Metropolitana de Belém, Pará. Em cada período de avaliação, o total de chuvas foi de: 1º período - 636 mm, 2º período - 2.153,4 mm, 3º período - 599 mm e 4º período - 1.287,2 mm.



**Figura 23** - Médias mensais da temperatura do ar, no período experimental, julho/2008 a julho/2010, e entre 1967 e 1996. Fonte: INMET/2º DISME, Castanhal, Pará; Adaptado de Bastos et al. (2002).



**Figura 24** - Médias mensais da umidade relativa do ar, no período experimental, julho/2008 a julho/2010, e entre 1967 e 1996. Fonte: INMET/2º DISME, Castanhal, Pará; Adaptado de Bastos et al. (2002).



**Figura 25** - Médias mensais de precipitação pluviométrica, no período experimental, julho/2008 a julho/2010, e entre 1967 e 1996. Fonte: INMET/2º DISME, Castanhal, Pará; Adaptado de Bastos et al. (2002).

#### 4.2.2 Características do Solo na Área Experimental

O solo foi classificado como Latossolo Amarelo distrófico, textura média e os resultados das análises químicas e físicas (EMBRAPA, 1997) das amostras coletadas, na camada superficial (0-20 cm), antes da instalação do experimento, encontram-se na Tabela 27.

**Tabela 27** - Características químicas e físicas do Latossolo Amarelo distrófico, textura média, coletada na camada de 0 a 20 cm, em área de pastagem estabelecida com *Brachiaria humidicola*, em Castanhal, Pará.

| Característica química <sup>1</sup>              | Valor |
|--|-------|
| pH em H <sub>2</sub> O                           | 5,0   |
| N (%)  | 0,21  |
| P (mg/dm <sup>3</sup> ) P - Melhlich - 1         | 5     |
| K (mg/dm <sup>3</sup> ) K - Melhlich - 1         | 27    |
| Ca (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )*        | 1,1   |
| Mg (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )*        | 0,4   |
| Al (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )*        | 0,6   |
| H + Al (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )     | 3,8   |
| M.O (g/kg)                                       | 18,30 |
| CTC pH 7,0 (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> ) | 6,0   |
| Saturação por bases (%)                          | 36,66 |
| Característica física <sup>1</sup>               | Valor |
| Argila (g/kg)                                    | 180   |
| Silte (g/kg)                                     | 176   |
| Areia (g/kg)                                     | 644   |

<sup>1</sup> Média de três repetições; \* = solução extratora: Ca, Mg e Al em solução de KCl (1 N).

### 4.2.3 Características dos Teores de Metais Pesados no Solo e Forragem

Para caracterização de metais pesados na área de estudo, foram utilizadas amostras de forragem e solo, coletadas no último mês de condução do experimento (julho/2010). As amostras foram coletadas nos tratamentos que receberam adubação com os maiores níveis de pó de balão (20 t/ha) e de cama de aviário (8 t/ha), na ausência de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Na ocasião da amostragem, essas áreas tinham recebido três aplicações dos produtos estudados, de acordo com os tratamentos, a cada quatro meses. As amostras de forragem foram secas em estufa, a 55-65 °C, durante 72 horas, moídas e acondicionadas em recipientes de plástico, enquanto as amostras de solo foram secadas ao ar, destorroadas e passadas em peneira, com malha de 2 mm de abertura. Foram enviadas aproximadamente 200 g de solo e 200 g de forragem de cada tratamento para análise de metais pesados, no Instituto Agronômico de Campinas - IAC. As determinações de cada elemento foram realizadas segundo métodos descritos por Andrade e Abreu (2006). Na Tabela 28 está apresentado o teor total dos metais: arsênio (Ar), bário (Ba), cádmio (Cd), chumbo (Pb), cromo (Cr), níquel (Ni) e vanádio (Va), na forrageira e solo adubado com resíduos da siderurgia e criação avícola, além dos valores de prevenção para solos, preconizados pelo CONAMA (2009), e para forragem, segundo Kabata-Pendias e Pendias (1984).

**Tabela 28** - Teores dos metais pesados (mg/kg) na forrageira *Brachiaria humidicola* e solo adubados com resíduos orgânicos, pó de balão e cama de aviário.

| Amostra              | Teor de metais pesados (mg/kg) na forragem |      |                     |                     |                     |                     |                     |
|----------------------|--|------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                      | Ar   | Ba   | Cd                  | Pb                  | Cr                  | Ni                  | Va                  |
| Pó de balão          | <1,0 <sup>(1)</sup>                        | 2,85 | <1,0 <sup>(1)</sup> | <1,0 <sup>(1)</sup> | <1,0 <sup>(1)</sup> | <1,0 <sup>(1)</sup> | <1,0 <sup>(1)</sup> |
| Cama de aviário      | <1,0 <sup>(1)</sup>                        | 2,15 | <1,0 <sup>(1)</sup> | <1,0 <sup>(1)</sup> | <1,0 <sup>(1)</sup> | <1,0 <sup>(1)</sup> | <1,0 <sup>(1)</sup> |
| Valor de prevenção*  | -  | -    | 5-20                | 5-10                | 1-5                 | -                   | -                   |
|                      | Teor de metais pesados (mg/kg) no solo     |      |                     |                     |                     |                     |                     |
| Pó de balão          | 1,85                                       | 1,2  | <1,0 <sup>(1)</sup> | <1,0 <sup>(1)</sup> | 10,05               | <1,0 <sup>(1)</sup> | 2,1                 |
| Cama de aviário      | 1,3  | 1,45 | <1,0 <sup>(1)</sup> | <1,0 <sup>(1)</sup> | 14,1                | <1,0 <sup>(1)</sup> | 4,75                |
| Valor de prevenção** | 15   | 150  | 1,3                 | 72                  | 75                  | 25                  | -                   |

<sup>(1)</sup> Menor do que o limite de quantificação. \* Teores considerados normais para vegetais segundo Kabata-Pendias e Pendias (1984); \*\*Definido pelo CONAMA (2009).

### 4.2.4 Delineamento Experimental e Tratamentos

O delineamento experimental utilizado para produção de massa de forragem e nutrientes foi blocos ao caso, com três repetições, e os tratamentos arranjados de forma

fatorial nas parcelas, combinadas com três níveis de cada resíduo orgânico (pó de balão: 5 t/ha - PDB5, 10 t/ha - PDB10, 20 t/ha - PDB20 e cama de aviário: 2 t/ha - CA2, 4 t/ha - CA4, 8 t/ha - CA8), com quatro doses de fósforo (0, 150, 300 e 450 kg/ha de  $P_2O_5$ ), na forma de fósforo natural reativo de Arad, com base no P-Total, com parcelas avaliadas em quatro períodos de avaliação (1º, 2º, 3º e 4º), considerados como subparcelas.

Para análise de composição bromatológica foi utilizado o delineamento experimental em blocos ao acaso, com duas repetições, e parcela subdividida, no tempo. Os fatores estudados foram: dois resíduos orgânicos (pó de balão: 5 t/ha - PDB5 e 20 t/ha - PDB20 e cama de aviário: 2 t/ha - CA2 e 8 t/ha - CA8), em combinação com duas doses de fósforo (150 e 450 kg/ha de  $P_2O_5$ ), na forma de fósforo natural reativo de Arad, e quatro períodos de avaliação (1º, 2º, 3º e 4º), como subparcelas. Em cada período de avaliação, a forragem coletada foi dividida em duas partes (colmo e folha). A cama de aviário foi utilizada como padrão de comparação. Na Tabela 29 estão os resultados das análises químicas dos dois resíduos orgânicos estudados, realizadas no Laboratório Campo Análises Agrícolas e Ambientais, em Paracatu, Minas Gerais.

**Tabela 29** - Análise química (%) dos resíduos orgânicos utilizados.

| Característica (%) | Resíduo orgânico |             |
|--------------------|------------------|-------------|
|                    | Cama de aviário  | Pó de balão |
| Umidade a 65°C     | 0,5              | 22,1        |
| Carbono orgânico   | 2,8              | 28,7        |
| $P_2O_5$ - total   | 0,17             | 0,12        |
| $K_2O$             | 0,38             | 0,17        |
| CaO                | 4,16             | 2,01        |
| MgO                | 0,54             | 0,50        |
| S                  | 0,08             | 0,10        |
| B                  | 0,004            | 0,001       |
| Zn                 | 0,001            | 0,030       |
| Fe                 | 1,28             | 11,87       |
| Mn                 | 0,02             | 0,25        |
| Cu                 | 0,002            | 0,004       |
| Co                 | -                | <0,001      |
| Mo                 | -                | <0,001      |
| Cl                 | -                | <0,07       |
| Si total           | -                | 2,07        |
| Cr                 | 0,011803         | 0,02        |
| Cd                 | <0,0000288       | 0,0004      |
| Pb                 | <0,00446         | <0,0005     |
| As                 | 0,000126         | 0,0002      |
| Hg                 | 0,0000001        | 0,000009    |
| Se                 | 0,00021          | 0,000024    |
| V                  | 0,03352          | 0,002207    |
| Ba                 | 0,04311          | 0,013885    |
| N total            | <0,06            | 0,005       |
| pH em $CaCl_2$     | 8,9              | 8,0         |

Laboratório Campo Análises Agrícolas e Ambientais - PARACATU/MG.

#### 4.2.5 Condução do Experimento

O trabalho foi realizado em área com pastagem estabelecida com a gramínea *B. humidicola*. O início do experimento foi estabelecido por corte de uniformização da forrageira, realizado em julho de 2008. O período experimental foi dividido, de acordo com os meses de menor e maior intensidade de chuvas, dentro de cada ano, estabelecendo-se quatro períodos de avaliação, nos dois anos da pesquisa. No **primeiro período** foram considerados os meses de setembro, outubro, novembro e dezembro de 2008, **no segundo**, janeiro, fevereiro, março, abril e maio de 2009, **no terceiro**, julho, agosto, setembro, outubro e novembro de 2009, enquanto **no quarto** janeiro, fevereiro, março, abril, maio e julho de 2010.

Nas unidades experimentais, com área útil de 3x3 m<sup>2</sup>, foi realizado o corte de uniformização de 15 cm acima do solo, com roçadeira mecânica, para a homogeneização da forrageira e, após sete dias foi adubada com resíduos orgânicos e adubo fosfatado. No período experimental, todas as parcelas foram coletadas a cada 35 dias, a altura de 15 cm acima do solo, foram pesadas no campo, retirou-se uma subamostra representativa de cada, acondicionadas em saco de papel e identificadas, para determinação do percentual de massa seca e produção de biomassa, além de análises químico-bromatológicas da forrageira.

#### 4.2.6 Determinação da Composição Bromatológica da Forrageira

Para determinação da produção de massa de forragem realizou-se a soma da produção de cada corte da gramínea em cada mês dentro de cada período experimental. As análises laboratoriais de composição bromatológica foram realizadas, em Belém, Pará, no Laboratório de Análise de Alimentos do Departamento de Zootecnia, da Universidade Federal Rural da Amazônia. Para avaliação da composição bromatológica, efetuou-se amostragem da forrageira, dentro de cada período de avaliação (Período 1: outubro/2009, Período 2: março/2009, Período 3: outubro/2010 e Período 4: abril/2010). Foram escolhidos os tratamentos com a menor e maior doses dos resíduos orgânicos (PDB: 5 e 20 t/ha e CA: 2 e 8 t/ha) e de doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (150 e 450 kg/ha). As amostras foram separadas nos seguintes componentes: folha verde (folha em alongamento + folha expandida) e colmo (colmo + bainha).



As amostras foram secadas em estufa de ventilação forçada de ar, com temperatura de cerca de 55 °C, por 72 horas, para determinação da matéria seca (MS), de acordo com Silva e Queiroz (2002). Depois de moídas, em moinho tipo Willey, com peneira de 1 mm, as amostras foram levadas à estufa a 105 °C, por 24 horas, para obtenção do percentual de MS da amostra seca na estufa (ASE). O percentual de MS final correspondeu ao produto da ASA e ASE, dividido por 100.

Amostras de ASA foram analisadas para proteína bruta (PB), pelo método semimicro Kjeldahl (AOAC, 1997). Os conteúdos de matéria orgânica (MO) foram calculados subtraindo-se da MS, o percentual de matéria mineral (MM), obtido pela incineração das amostras em mufla, a 550 °C, por cinco horas. Os teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (LIG) foram determinados pelo método descrito por Van Soest (1994), enquanto que os de celulose (CEL) e hemicelulose (HEM), pela metodologia de Silva e Queiroz (2002).

#### **4.2.7 Determinação do Teor de Minerais na Forrageira**

As determinações dos teores de macro e microminerais no tecido vegetal foram realizadas conforme metodologia descrita por Sarruge e Haag (1974), coletando-se amostras na parte aérea, durante todo o período experimental, no Laboratório de Análise de Solos da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, Pará. Determinaram-se os teores dos macrominerais (N, P, K, Ca e Mg) e microminerais (Cu, Mn, Fe e Zn). O N total foi determinado de acordo com o método de Kjeldhal. Os nutrientes P, K, Ca e Mg foram determinados após a digestão com solução nitro-perclórica 2:1. O P foi quantificado por colorimetria, o K por fotometria de chama e Ca, Mg e microminerais, por espectrofotometria de absorção atômica.

#### **4.2.8 Análise Estatística**

Os resultados de produção de massa de forragem e nutrientes foram submetidos à análise de variância, para avaliar a influência do efeito dos resíduos orgânicos combinados com doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Procedeu-se análise de regressão para variável dose de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> à

decomposição da soma de quadrado de  $P_2O_5$ , em efeitos linear, quadrático e cúbico. Os resíduos orgânicos e períodos de avaliação foram comparados pelo teste Tukey (teste F), em nível de 5% de probabilidade.

Os resultados da composição bromatológica foram submetidos à análise de variância, para avaliar o efeito dos resíduos orgânicos, combinados com níveis de  $P_2O_5$ , nos casos de significância ( $P < 0,05$ ) procedeu-se o teste de médias (Tukey 5%), para as variáveis: resíduo orgânico, períodos de avaliação, parte da planta e doses de  $P_2O_5$ .

### 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 4.3.1 Atributos Químicos do Solo

Os valores de pH do solo apresentaram pequena elevação, com utilização dos diferentes níveis dos resíduos orgânicos, independente das doses de  $P_2O_5$ . O maior nível de pó de balão promoveu maior elevação de pH, o que demonstra seu potencial como corretivo da acidez do solo. Segundo Galvão et al. (2008) a aplicação contínua de resíduos orgânicos proporcionou aumento significativo nos valores de pH e nos teores de todos os elementos da camada superficial do solo, quando comparados a áreas não adubadas (Tabela 30).

Devido à alta concentração de fósforo na composição de cada resíduo orgânico constata-se que, em média e longo prazo, pode resultar em acúmulo de fósforo, na camada superficial do solo. A aplicação com os resíduos orgânicos combinadas com dose de  $P_2O_5$  proporcionaram pequena elevação nos teores de cálcio e magnésio. De acordo com AZEVEDO (1991), a matéria orgânica oferece valiosa contribuição, fornecendo cálcio e magnésio às plantas adubadas com resíduos orgânicos, principalmente, os dejetos de animais. A mesma autora, ainda, afirma que os colóides inorgânicos e orgânicos adsorvem, eletrostaticamente, cálcio e magnésio, retendo-os em forma trocável disponível às plantas e exercendo importante função de evitar perdas por lixiviação. Observou-se redução no teor de alumínio trocável em função dos resíduos orgânicos utilizados, independentemente da quantidade de  $P_2O_5$  aplicado.

**Tabela 30** - Atributos químicos do Latossolo Amarelo distrófico, textura média, antes e após a aplicação dos resíduos orgânicos e doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, em Castanhal, Pará.

| Dose de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub><br>(mg/dm <sup>3</sup> ) | pH   | N    | MO    | P                  | K  | Na   | Ca                                 | Ca+Mg | Al  | H+Al |
|--|------|------|-------|--------------------|----|------|------------------------------------|-------|-----|------|
|  | água | %    | g/kg  | mg/dm <sup>3</sup> |    |      | cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> |       |     |      |
| Antes da aplicação dos tratamentos                             |      |      |       |                    |    |      |                                    |       |     |      |
|  | 5,0  | 0,21 | 18,3  | 5                  | 27 | 12   | 1,1                                | 1,5   | 0,6 | 3,8  |
| Cama de aviário (2 t/ha)                                       |      |      |       |                    |    |      |                                    |       |     |      |
| P0   | 5,3  | 0,24 | 22,84 | 10                 | 33 | 14   | 1,4                                | 2     | 0,2 | 3,63 |
| P100   | 5,2  | 0,24 | 23,73 | 13                 | 23 | 15   | 1,4                                | 1,8   | 0,3 | 3,96 |
| P200   | 5,2  | 0,25 | 20,92 | 13                 | 25 | 17   | 1,3                                | 1,8   | 0,3 | 2,64 |
| P300   | 5,2  | 0,25 | 22,66 | 14                 | 29 | 13   | 1,2                                | 1,7   | 0,2 | 2,64 |
| Cama de aviário (4 t/ha)                                       |      |      |       |                    |    |      |                                    |       |     |      |
| P0   | 5,3  | 0,24 | 24,83 | 11                 | 31 | 15   | 1,4                                | 1,9   | 0,3 | 2,97 |
| P100   | 5,4  | 0,24 | 24,80 | 12                 | 44 | 17   | 1,3                                | 1,7   | 0,3 | 3,63 |
| P200   | 5,4  | 0,24 | 21,95 | 13                 | 42 | 17   | 1,5                                | 2     | 0,3 | 2,97 |
| P300   | 5,3  | 0,28 | 23,70 | 14                 | 27 | 13   | 1,5                                | 2     | 0,2 | 2,97 |
| Cama de aviário (8 t/ha)                                       |      |      |       |                    |    |      |                                    |       |     |      |
| P0   | 5,4  | 0,24 | 22,95 | 12                 | 50 | 23   | 1,8                                | 2,1   | 0,3 | 3,63 |
| P100   | 5,2  | 0,24 | 26,04 | 12                 | 70 | 31   | 1,3                                | 1,9   | 0,3 | 3,14 |
| P200   | 5,4  | 0,25 | 24,07 | 13                 | 53 | 20   | 1,8                                | 2,1   | 0,2 | 2,64 |
| P300   | 5,5  | 0,28 | 22,84 | 13                 | 30 | 29   | 1,3                                | 1,6   | 0,4 | 2,7  |
| Pó de balão (5 t/ha)   |      |      |       |                    |    |      |                                    |       |     |      |
| P0   | 5,5  | 0,24 | 25,52 | 10                 | 25 | 13   | 1,3                                | 2     | 0,2 | 3,3  |
| P100   | 5,4  | 0,25 | 24,12 | 12                 | 21 | 13   | 1,5                                | 2     | 0,3 | 3,47 |
| P200   | 5,3  | 0,27 | 23,49 | 13                 | 23 | 13   | 1                                  | 1,45  | 0,4 | 3,3  |
| P300   | 5,5  | 0,28 | 26,32 | 13                 | 21 | 11,5 | 1,6                                | 2,1   | 0,3 | 3,63 |
| Pó de balão (10 t/ha)  |      |      |       |                    |    |      |                                    |       |     |      |
| P0   | 5,4  | 0,22 | 22,34 | 13                 | 21 | 13   | 1,5                                | 2     | 0,3 | 3,3  |
| P100   | 5,6  | 0,26 | 22,13 | 13                 | 23 | 15   | 1,4                                | 2     | 0,2 | 2,64 |
| P200   | 5,5  | 0,26 | 25,52 | 14                 | 21 | 13   | 1,9                                | 2,5   | 0,2 | 3,47 |
| P300   | 5,6  | 0,26 | 23,09 | 14                 | 21 | 13   | 1,7                                | 2,2   | 0,3 | 3,63 |
| Pó de balão (20 t/ha)  |      |      |       |                    |    |      |                                    |       |     |      |
| P0   | 5,7  | 0,23 | 24,64 | 11                 | 23 | 15   | 1,4                                | 1,8   | 0,2 | 3,14 |
| P100   | 5,7  | 0,25 | 26,51 | 11                 | 25 | 15   | 1,8                                | 2,1   | 0,3 | 4,13 |
| P200   | 5,7  | 0,25 | 23,38 | 14                 | 23 | 10   | 1,8                                | 2,2   | 0,2 | 2,81 |
| P300   | 5,8  | 0,26 | 25,56 | 15                 | 25 | 13   | 1,8                                | 2,3   | 0,2 | 3,8  |

#### 4.3.2 Produção de Massa de Forragem

A produção de massa de forragem apresentou efeito significativo ( $p < 0,05$ ), de acordo com a adubação dos resíduos orgânicos, o pó de balão proporcionou maior produção, 9.710,99 kg/ha, ao comparar com a cama de aviário, 9.095,72 kg/ha (Anexo 5). Houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) da interação dos níveis dos resíduos orgânicos vs. período de avaliação na produção de massa de forragem (Tabela 31).

**Tabela 31** - Massa de forragem (kg/ha) de *Brachiaria humidicola*, em função da interação, resíduo orgânico vs. período de avaliação, em Castanhal, Pará.

| Período  | Cama de aviário (t/ha)                |              |              | Pó de balão (t/ha) |              |              |
|----------|---------------------------------------|--------------|--------------|--------------------|--------------|--------------|
|          | 2                                     | 4            | 8            | 5                  | 10           | 20           |
|          | Massa de forragem (kg/ha) da gramínea |              |              |                    |              |              |
| Primeiro | 11.117,38 aB                          | 10.746,66 aB | 14.279,90 aA | 10.029,04 aA       | 10.335,37 aA | 10.315,41 aA |
| Segundo  | 9.021,70 bcA                          | 8.815,70 bcA | 8.561,06 cA  | 8.649,04abA        | 8.901,92 abA | 8.711,54 abA |
| Terceiro | 7.841,22 cA                           | 7.808,88 aA  | 7.658,35 cA  | 7.638,25 bA        | 7.429,66 bA  | 7.256,38 bA  |
| Quarto   | 9.712,54 bA                           | 9.942,47 bA  | 11.026,04 bA | 9.839,18 aA        | 9.717,69 aA  | 10.325,13 aA |

Primeiro período: Set., out., nov. e dez. 2008; Segundo: Jan., fev., mar., abr. e mai. 2009; Terceiro: Jul., ago., set., out. e nov. 2009; e Quarto: Jan., fev., mar., abr., mai. e jul. 2010. Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas, nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem ( $p < 0,05$ ).

Nos períodos chuvosos (2° e 4°), ao adubar com o pó de balão, em diferentes níveis, a forrageira restabeleceu a produção de massa do primeiro período, o que não ocorreu com cama de aviário. Os resultados deste trabalho suplantaram os de Garcia et al. (2009), de 6.560,00 kg de MS/ha. Para Lana et al. (2010), em pesquisa com cama de aviário, a produtividade de MS foi superior a 2.000 kg de MS/ha, descrita por Mannetje e Ebersohn (1980), como satisfatória para gramíneas do gênero *Brachiaria* nos trópicos.

A relação da produção de massa de forragem com os teores de MO no solo, embora apresente estreita correlação, deve ser interpretada com cuidado, uma vez que a disponibilização de N para as plantas dá-se pela mineralização do N, que é fortemente dependente das condições edáficas e climáticas, e, em meses de alta precipitação pluvial, existe a possibilidade de ocorrência de maiores índices de mineralização de N, cujo destino tanto pode ser a absorção pelas plantas, quanto a perda por lixiviação e/ou volatilização. Como o N é absorvido, em cerca de 99%, por fluxo de massa, a produção e exportação do nutriente dependem da disponibilidade de água no solo (KLIEMANN et al., 2003).

#### 4.3.3 Teor de Minerais na Matéria Seca da Forrageira

Houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) da interação dose de  $P_2O_5$  vs. nível dos resíduos orgânicos no teor de N, na *B. humidicola* (Anexo 5, Tabela 32).

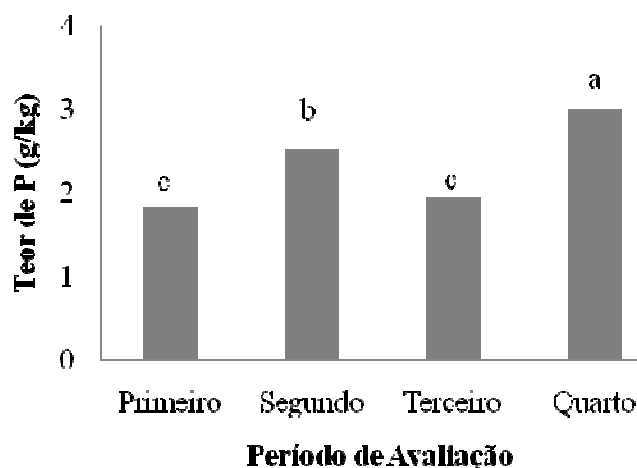
**Tabela 32** - Teor médio de N (g/kg) na matéria seca de *Brachiaria humidicola*, em função da interação, período de avaliação vs. resíduo orgânico, em Castanhal, Pará.

| Período                                      | Cama de aviário (t/ha) |         |         | Pó de balão (t/ha) |         |         |
|--|------------------------|---------|---------|--------------------|---------|---------|
|  | 2                      | 4       | 8       | 5                  | 10      | 20      |
| Teor de N (g/kg) na matéria seca da gramínea |                        |         |         |                    |         |         |
| Primeiro                                     | 13,32cA                | 14,26bA | 15,13bA | 13,24cA            | 14,41cA | 13,24cA |
| Segundo                                      | 15,46bA                | 15,52bA | 16,44bA | 15,26bA            | 16,14bA | 15,46bA |
| Terceiro                                     | 11,76dA                | 11,84cA | 12,30cA | 11,5dA             | 12,46dA | 12,05dA |
| Quarto                                       | 18,71aB                | 18,74aB | 20,16aA | 19,02aA            | 18,11aB | 17,50aB |

Primeiro período: Set., out., nov. e dez. 2008; Segundo: Jan., fev., mar., abr. e mai. 2009; Terceiro: Jul., ago., set., out. e nov. 2009; e Quarto: Jan., fev., mar., abr., mai. e jul. 2010. Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas, nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem ( $p < 0,05$ ).

Observa-se diferença entre os níveis de cada resíduo orgânico. O pó de balão, no menor nível (5 t/ha), proporcionou maior teor de N (19,02 g/kg), enquanto a maior dose (8 t/ha) de cama aviária, maior teor de N. O teor médio de N, observado nos períodos chuvosos (17,10 g/kg) é satisfatório para bovinos de corte (17,0 g/kg), conforme Malavolta et al. (1997), enquanto que a média dos períodos menos chuvosos foi inferior, de 13,65 g/kg.

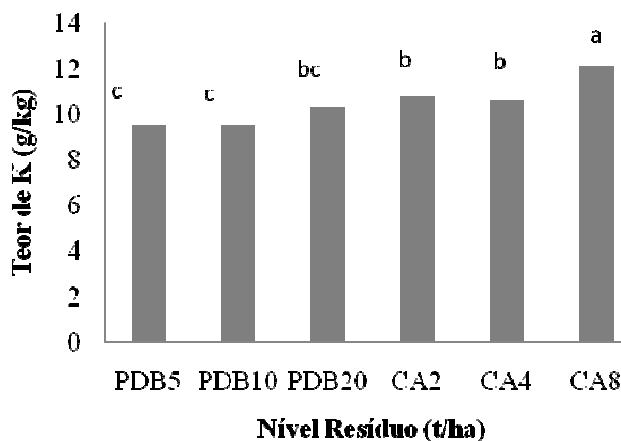
O teor de P da gramínea teve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) dos resíduos orgânicos, cama de aviário e pó de balão, de 2,42 e 2,22 g/kg, respectivamente. Lana et al. (2010), ao adubar a *Brachiaria decumbens* com diferentes doses de cama de aviário encontraram teores de P, entre 3,75 e 7,32 g/kg. Houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) dos períodos de avaliação (Figura 26).



**Figura 26** - Teor médio de P (g/kg) na matéria seca de *Brachiaria humidicola* em função dos períodos de avaliação, em Castanhal, Pará.

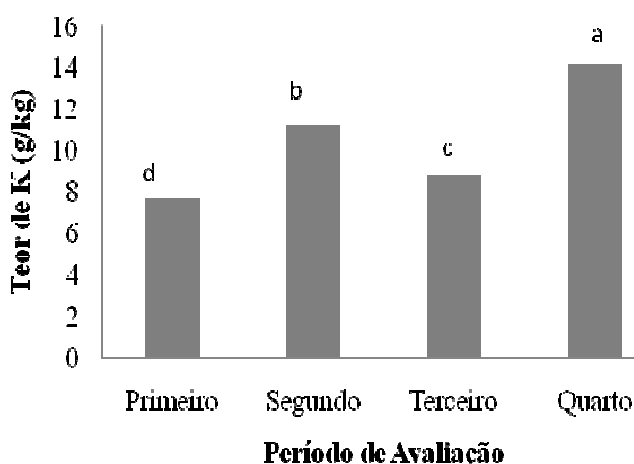
Nos períodos de avaliação (2º e 4º) ocorreram os maiores teores de P (2,51 e 2,99 g/kg) na gramínea estudada. Esses valores encontram-se abaixo da faixa de suficiência, entre 3,1 e 4,0 g/kg, para animais em pastejo (MCDOWELL, 2006). Os menores teores de P alcançados nos períodos menos chuvosos devem-se à maior velocidade de crescimento, que resulta na formação de tecidos maduros, com decréscimo nas taxas de consumo de P, o que

pode ser atribuído ao reduzido influxo pelas raízes velhas e suberizadas (HERINGER e JACQUES, 2002). As maiores concentrações de P em tecidos das plantas, nos períodos chuvosos (2º e 4º), devem-se não somente à maior quantidade de P no solo, mas, também, ao efeito dos resíduos orgânicos utilizados no aumento da solubilidade e disponibilidade desse nutriente para as plantas (MCCRAY e SUMNER, 1990). Houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) dos níveis dos resíduos orgânicos no teor de K da gramínea (Figura 27).



**Figura 27** - Teor médio de K (g/kg) na matéria seca de *Brachiaria humidicola*, em função dos níveis dos resíduos orgânicos, em Castanhal, Pará.

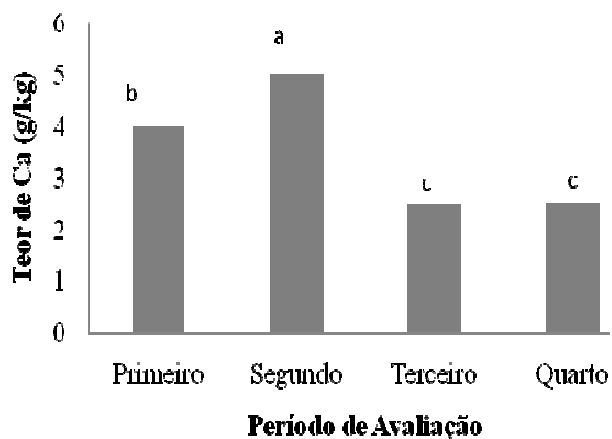
O maior teor de K ocorreu com o maior nível de cama de aviário (8 t/ha), entretanto, o maior nível de pó de balão proporcionou teor de K semelhante aos demais níveis de CA. Considerando-se os teores necessários para atender as exigências nutricionais de bovinos em pastejo, os teores de K não estão compreendidos no intervalo de concentração considerado normal (12 a 28 g/kg) (GALLO et al., 2001), exceto o maior nível de cama de aviário (8 t/ha), que atingiu 12,10 g/kg. O teor de K, considerado como requerimento nutricional, em *B. humidicola*, é de 7,4 g/kg (TOLEDO, 1986). Os dados de Lana et al. (2010) são superiores (18,0 a 21,7 g/kg) aos do presente trabalho. Os períodos de avaliação influenciaram significativamente ( $p < 0,05$ ) no teor desse nutriente (Figura 28).



**Figura 28** - Teor médio de K (g/kg) na matéria seca de *Brachiaria humidicola*, em função dos períodos de avaliação, em Castanhal, Pará.

Os períodos chuvosos (2º e 4º) apresentaram maior teor de K, devido à translocação de K nas plantas, facilitada pelo fato de mais de 80% desse mineral estar presente nos tecidos vegetais, em forma solúvel (ROSOLEM et al., 2003).

Os teores de Ca na *B. humidicola* apresentaram efeito significativo ( $p < 0,05$ ), com a presença dos resíduos orgânicos. O pó de balão proporcionou teor de 3,63 g/kg, enquanto a cama de aviário de 3,37 g/kg. Além disso, houve efeito significativo dos períodos de avaliação (Figura 29).



**Figura 29** - Teor médio de Ca (g/kg) na matéria seca de *Brachiaria humidicola*, em função dos períodos de avaliação, em Castanhal, Pará.

O segundo período apresentou maior teor de Ca (5,02 g/kg). Os teores de Ca obtidos nos períodos, seco e chuvoso, corroboram com as exigências nutricionais consideradas normais para a planta (2,0 - 4,0 g/kg), de acordo com Gallo et al. (2001), exceto no segundo período, que foi superior (5,02 g/kg). E, conforme a recomendação descrita pelo NRC (2000), os teores estão adequados para bovinos de corte, de 1,9 a 7,3 g/kg. Os teores de Ca

encontrados no terceiro e quarto períodos, de 2,51 e 2,48 g/kg, respectivamente, estão próximos aos de Toledo (1986), de 2,2 g/kg, enquanto Thomas e Andrade (1984) mencionam teor de 5,0 g/kg, na mesma gramínea. Costa (2007) relata que os teores de Ca, em *B. brizantha*, geralmente, são inferiores aos de outras espécies forrageiras, principalmente, em estádios mais avançados de crescimento. Os dados obtidos por Lana et al. (2010), com cama de aviário, em *Brachiaria decumbens*, mencionam teores de Ca similares aos do presente trabalho.

Houve efeito significativo da interação níveis dos resíduos orgânicos vs. períodos de avaliação no teor de Mg (Anexo 5 e Tabela 33).

**Tabela 33** - Teor médio de Mg (g/kg) na matéria seca de *Brachiaria humidicola*, em função da interação, níveis dos resíduos orgânicos vs. período de avaliação, em Castanhal, Pará.

| Período  | Cama de aviário (t/ha)              |        |        | Pó de balão (t/ha) |        |        |
|----------|-------------------------------------|--------|--------|--------------------|--------|--------|
|          | 2                                   | 4      | 8      | 5                  | 10     | 20     |
|          | Teor de Mg (g/kg) na MS da gramínea |        |        |                    |        |        |
| Primeiro | 3,88bA                              | 3,28bA | 3,15bA | 4,11bA             | 3,37bB | 3,92bA |
| Segundo  | 3,29cA                              | 3,37bA | 3,07bA | 3,49bA             | 3,73bA | 3,7bA  |
| Terceiro | 4,51aA                              | 4,51aA | 4,11aA | 4,55aB             | 5,15aA | 4,96aB |
| Quarto   | 2,27dA                              | 2,26cA | 2,28cA | 2,37cA             | 2,35cA | 2,35cA |

Primeiro período: Set., out., nov. e dez. 2008; Segundo: Jan., fev., mar., abr. e mai. 2009; Terceiro: Jul., ago., set., out. e nov. 2009; e Quarto: Jan., fev., mar., abr., mai. e jul. 2010. Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas, nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem ( $p < 0,05$ ).

No primeiro período de avaliação, com pó de balão (10 t/ha), ocorreu menor teor de Mg, 3,37 g/kg, e no terceiro período de avaliação, o inverso, de 5,15 g/kg. Independente dos resíduos orgânicos utilizados, ocorreu maior teor de Mg na gramínea, no terceiro período de avaliação. Em todos os períodos e resíduos orgânicos utilizados, os teores de Mg estiveram acima das exigências mínimas (1,8 a 2,0 g/kg), para nutrição de gado de corte (NRC, 2000). Os valores de Mg deste trabalho são superiores aos de Sá et al. (1998), em pastagem nativa de savanas mal drenadas da ilha de Marajó, Pará, de 2,7 g/kg, exceto os obtidos no quarto período. Skerman e Riveros (1982), em 280 gramíneas forrageiras, verificaram variação no teor de Mg, entre 0,4 e 9,0 g/kg, com média de 3,6 g/kg.

Os quadrados médios dos teores de microminerais encontram-se no Anexo 5. O teor de Cu apresentou efeito significativo ( $p < 0,05$ ), na interação período de avaliação vs. resíduo orgânico (Tabela 34).



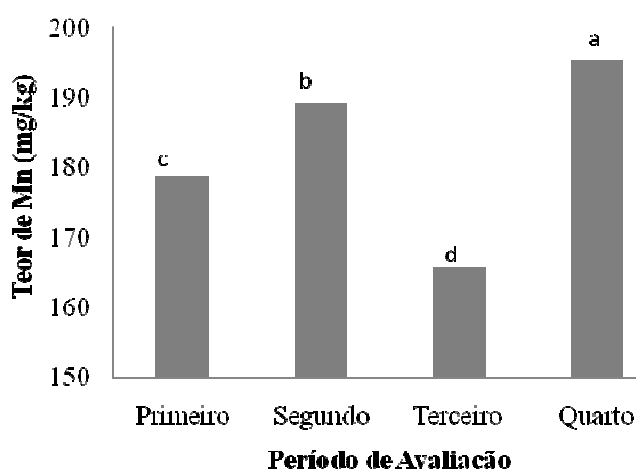
**Tabela 34** - Teor médio de Cu (mg/kg) na matéria seca de *Brachiaria humidicola*, em função da interação, período de avaliação vs. resíduo orgânico, em Castanhal, Pará.

| Período  | Teor de Cu (mg/kg) na MS da gramínea |             |
|----------|--------------------------------------|-------------|
|          | Cama de Aviário                      | Pó de balão |
| Primeiro | 4,79aA                               | 4,67aA      |
| Segundo  | 4,43bB                               | 4,74aA      |
| Terceiro | 3,40dA                               | 3,43cA      |
| Quarto   | 3,79cA                               | 3,93bA      |

Primeiro período: Set., out., nov. e dez. 2008; Segundo: Jan., fev., mar., abr. e mai. 2009; Terceiro: Jul., ago., set., out. e nov. 2009; e Quarto: Jan., fev., mar., abr., mai. e jul. 2010. Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas, nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem ( $p < 0,05$ ).

No primeiro período de avaliação, ao adubar com cama de aviário, houve maior teor de Cu na gramínea, 4,79 mg/kg, e, no segundo período de avaliação, o pó de balão proporcionou maior teor de Cu, 4,74 mg/kg, porém não diferiu do primeiro período. Os dados obtidos no presente trabalho foram inferiores aos de Guimarães Júnior et al. (2008), em *Brachiaria brizantha*, de 8,39 mg/kg. Lana et al. (2010), ao adubarem a gramínea *Brachiaria decumbens*, com cama de aviário observaram teores de Cu entre 4,25 e 7,00 mg/kg. Os teores de cobre encontrados na *B. humidicola*, independente dos períodos de avaliação, foram inferiores ao valor encontrado por Camarão et al. (1991), em pastagem de solo de várzea (22,8 mg/kg), porém nos 1º e 2º períodos estão acima da exigência mínima para a nutrição de gado de corte, de 4 mg/kg de cobre na MS (NRC, 2000).

Houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) dos períodos de avaliação, no teor de Mn da matéria seca de *B. humidicola* (Figura 30).



**Figura 30** - Teor médio de Mn (mg/kg) na matéria seca de *Brachiaria humidicola*, em função dos períodos de avaliação, em Castanhal, Pará.

Nos períodos mais chuvosos (2º e 4º) foram observados maiores teores de Mn na gramínea, 189,11 e 195,27 mg/kg, respectivamente, pois sua absorção pela planta aumenta com maior quantidade de água no solo, decorrente do processo de redução, quando ocorre

maior disponibilidade de manganês para a planta (MATTAR et al., 2002). Os teores de Mn, em todos os períodos de avaliação, foram superiores aos de Valadares Filho et al. (2006), de 110 mg/kg e ao nível de suficiência (80 mg/kg), descrita por Gallo et al. (2001).

Nos teores de Fe, na MS de *B. humidicola*, a interação período de avaliação vs. resíduo orgânico foi a que melhor explicou o efeito significativo ( $p < 0,05$ ) entre as fontes de variância (Tabela 35).

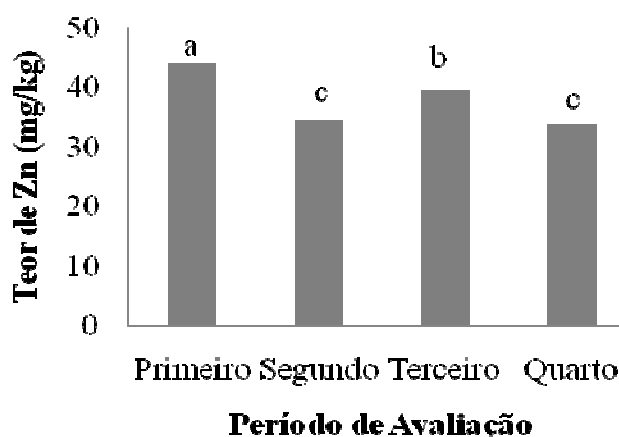
**Tabela 35** - Teor médio de Fe (mg/kg) na matéria seca de *Brachiaria humidicola*, em função da interação, período de avaliação vs. resíduo orgânico, em Castanhal, Pará.

| Período  | Cama de Aviário                      | Pó de balão |
|----------|--------------------------------------|-------------|
|          | Teor de Fe (mg/kg) na MS da gramínea |             |
| Primeiro | 129,74bA                             | 129,81cA    |
| Segundo  | 180,33aB                             | 194,82aA    |
| Terceiro | 183,25aA                             | 175,76bA    |
| Quarto   | 187,93aA                             | 182,16aA    |

Primeiro período: Set., out., nov. e dez. 2008; Segundo: Jan., fev., mar., abr. e mai. 2009; Terceiro: Jul., ago., set., out. e nov. 2009; e Quarto: Jan., fev., mar., abr., mai. e jul. 2010. Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas, nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem ( $p < 0,05$ ).

No segundo e quarto períodos observa-se que o pó de balão promoveu maior teor de Fe na gramínea, 194,82 e 182,16 mg/kg, devido ao maior teor desse mineral em sua composição, comparado com a cama de aviário. No primeiro período de avaliação ocorreu menor teor de Fe, independente da adubação com os resíduos orgânicos. Lana et al. (2010), em *Brachiaria decumbens*, adubada com cama de aviário, observaram teores entre 73 e 710 mg/kg, enquanto Valadares Filho et al. (2006), de 260,31 mg/kg, superiores aos do presente trabalho. O pó de balão proporcionou maior teor de Fe, nos períodos mais chuvosos. Os teores obtidos de Fe na gramínea foram superiores aos preditos pelo NRC (2000) para bovinos de corte, é de 50 mg/kg.

O teor de Zn da gramínea apresentou efeito significativo dos resíduos orgânicos ( $p < 0,05$ ), pois o pó de balão (39,76 mg/kg) foi superior a cama de aviário (37,71 mg/kg). Os períodos de avaliação apresentaram efeito significativo no teor de Zn (Figura 31).



**Figura 31** - Teor médio de Zn (mg/kg) na matéria seca de *Brachiaria humidicola*, em função dos períodos de avaliação, em Castanhal, Pará.

Observa-se que nos períodos mais chuvosos ocorreu menor teor de Zn, devido à elevação nos teores de fósforo da gramínea. Segundo Malavolta et al. (1997), altos níveis de fósforo no solo, causam diminuição na absorção do zinco, pois o P insolubiliza o Zn na superfície das raízes e diminui sua absorção, fato observado nos teores de fósforo do solo, onde ocorreu elevação, após adubação com resíduos orgânicos, combinados com doses de  $P_2O_5$ , portanto menor absorção de zinco. Assim, em todos os períodos, os teores obtidos foram superiores ao determinado pelo NRC (2000) para bovinos de corte, é de 30 mg/kg. Lana et al. (2010) observaram teores superiores aos deste trabalho.

#### 4.3.4 Composição Bromatológica da Forrageira

Os quadrados médios das variáveis estudadas para composição bromatológica encontram-se no Anexo 6. O teor de MS de *B. humidicola* apresentou efeito das interações parte da planta vs. dose de  $P_2O_5$  vs. nível do resíduo orgânico (Tabela 36) e parte da planta vs. período de avaliação (Tabela 37).

**Tabela 36** - Teor médio de MS (%) na *Brachiaria humidicola*, em função da interação, parte da planta vs. dose de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> vs. nível do resíduo orgânico, em Castanhal, Pará.

| Parte<br>Planta | Tratamento                 |          |          |          |          |          |           |           |
|-----------------|----------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|
|                 | CA2P150                    | CA2P450  | CA8P150  | CA8P450  | PDB5P150 | PDB5P450 | PDB20P150 | PDB20P450 |
|                 | Teor de MS (%) na gramínea |          |          |          |          |          |           |           |
| Colmo           | 51,43aA1                   | 57,02aA1 | 47,85aA1 | 54,35aA1 | 54,35aA1 | 43,28aB2 | 50,86aA1  | 52,84aA1  |
| Folha           | 51,4aA1                    | 44,99bA1 | 47,52aA1 | 38,02bB1 | 45,08aA1 | 32,39bA1 | 46,02aA1  | 37,94bB1  |

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas, nas linhas na mesma parte da planta, minúsculas nas colunas e dígitos que comparam as partes da planta para cada combinação de nível do resíduo e dose de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> não diferem (p<0,05).

Observa-se menor acúmulo de MS no colmo (43,28%), com a combinação pó de balão (5 t/ha) e dose de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (450 kg/ha), entretanto, na combinação das demais doses dos resíduos orgânicos, e maior dose de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, ocorreram elevados teores de MS. As combinações dos maiores níveis dos resíduos e maior dose de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> proporcionaram maior teor de MS no colmo do que na folha. Os resultados deste trabalho superam os de Garcia et al. (2009), onde o teor de MS (%), foi de 23,62%.

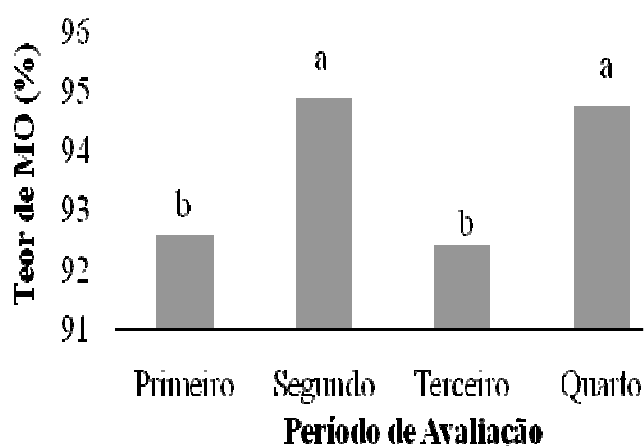
**Tabela 37** - Teor médio de MS (%) na *Brachiaria humidicola* em função da interação, parte da planta vs. período de avaliação, em Castanhal, Pará.

| Período  | Colmo                      | Folha   |
|----------|----------------------------|---------|
|          | Teor de MS (%) na gramínea |         |
| Primeiro | 44,72bA                    | 48,33bA |
| Segundo  | 47,48bA                    | 49,41bA |
| Terceiro | 44,4bA                     | 49,9bA  |
| Quarto   | 50,02aA                    | 51,45aA |

Primeiro período: Set., out., nov. e dez. 2008; Segundo: Jan., fev., mar., abr. e mai. 2009; Terceiro: Jul., ago., set., out. e nov. 2009; e Quarto: Jan., fev., mar., abr., mai. e jul. 2010. Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas, nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem (p<0,05).

No mesmo período de avaliação, não houve diferença entre as partes da planta (colmo e folha), entretanto, ocorreu dentro de cada parte da planta, situação semelhante, onde o quarto período apresentou teor de MS superior aos demais períodos de avaliação.

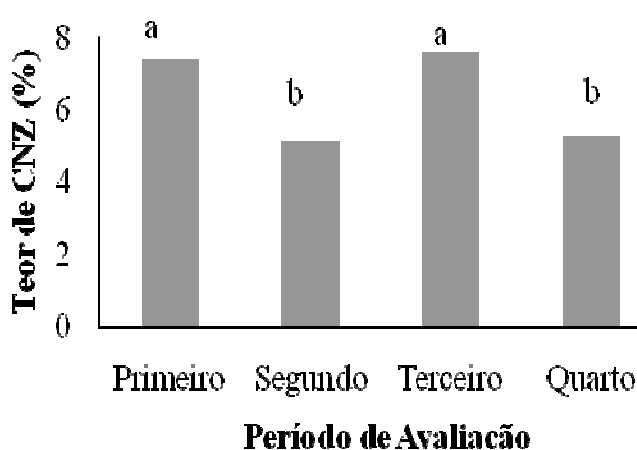
Quanto ao teor de MO, houve efeito significativo (p<0,05) somente para período de avaliação (Figura 32) e parte da planta. Na folha houve maior teor de MO, 94,70%, do que no colmo, 93,60%, superiores aos de Lançanova et al. (2001), 90%.



**Figura 32** - Teor médio de MO (% na MS) na *Brachiaria humidicola*, em função dos períodos de avaliação, em Castanhal, Pará.

Nos períodos mais chuvosos (2º e 4º) ocorreram maiores teores de MO, pois, além da água disponibilizada pelas chuvas, a matéria orgânica dos resíduos retém mais água do que o seu peso, que pode ser utilizada como veículo de transporte dos nutrientes para a planta. O solo enriquecido pela MO expande-se com a água de irrigação ou da chuva, retrai com a seca e cria condições favoráveis de arejamento para o desenvolvimento do sistema radicular e, conseqüentemente, para o desenvolvimento geral da planta (OLIVEIRA et al., 2000).

Os períodos de avaliação (Figura 32) e a parte da planta apresentaram efeito significativo ( $p < 0,05$ ) no teor de MM (% na MS). O teor de MM foi maior no colmo, 6,40%, do que na folha, 5,30%. Esses valores foram inferiores aos de Silva et al. (2004), ao avaliarem a *B. humidicola*, obtiveram teor médio de 6,73%.



**Figura 32** - Teor médio de MM (% na MS) na *Brachiaria humidicola*, em função dos períodos de avaliação, em Castanhal, Pará.

Conforme observado no teor de MO, ocorreu o inverso com o teor de MM, os períodos, segundo e quarto, apresentaram menor teor de MM, devido às menores quantidades

de água disponibilizadas e maior acúmulo de minerais na planta, conseqüentemente, não ocorre sua translocação no interior da planta. Alves (2006), ao avaliar *B. brizantha*, cita teores similares, entre 6,76 e 10,46%.

O teor de PB apresentou efeito significativo ( $p < 0,05$ ), na interação parte da planta vs. período de avaliação (Tabela 38), as demais fontes de variância não apresentaram efeito ( $p > 0,05$ ).

**Tabela 38** - Teor médio de PB (% na MS) na *Brachiaria humidicola*, em função da interação, parte da planta vs. período de avaliação, em Castanhal, Pará.

| Período  | Colmo                            | Folha  |
|----------|----------------------------------|--------|
|          | Teor de PB (% na MS) na gramínea |        |
| Primeiro | 6,12bB                           | 7,16cA |
| Segundo  | 7,97aB                           | 8,46bA |
| Terceiro | 6,93bA                           | 6,25cA |
| Quarto   | 7,65aB                           | 8,82aA |

Primeiro período: Set., out., nov. e dez. 2008; Segundo: Jan., fev., mar., abr. e mai. 2009; Terceiro: Jul., ago., set., out. e nov. 2009; e Quarto: Jan., fev., mar., abr., mai. e jul. 2010. Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas, nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem ( $p < 0,05$ ).

Nos períodos mais chuvosos ocorreram maiores teores de PB, no colmo e folha, devido à incidência de chuva, que proporciona ambiente favorável para acúmulo de biomassa. O pó de balão proporcionou maior teor de PB na gramínea *B. humidicola*, em quase todos os períodos de avaliação, exceto no terceiro período. À medida que as gramíneas tropicais maturam ocorre redução nos teores de PB e elevação nos de minerais, celulose e lignina, o que resulta em decréscimo da digestibilidade e aceitabilidade da gramínea (EUCLIDES et al., 1995). Os dados do presente trabalho foram semelhantes aos obtidos por Santos et al. (2008), em cultivares de *Brachiaria*, com teores de 6,9% e 6,4% de PB, respectivamente, nos cultivares *brizantha* e *decumbens*.

Conforme o Anexo 6, o teor de FDN foi influenciado ( $p < 0,05$ ) pela interação período de avaliação vs. resíduo orgânico (Tabela 39).

**Tabela 39** - Teor médio de FDN (% na MS) na *Brachiaria humidicola*, em função da interação, período de avaliação vs. resíduo orgânico, em Castanhal, Pará.

| Período  | Cama de Aviário                   | Pó de balão |
|----------|-----------------------------------|-------------|
|          | Teor de FDN (% na MS) na gramínea |             |
| Primeiro | 65,12abA                          | 65,86aA     |
| Segundo  | 62,84bcB                          | 63,76abA    |
| Terceiro | 67,57aA                           | 65,46aB     |
| Quarto   | 60,38cA                           | 61,09bA     |

Primeiro período: Set., out., nov. e dez. 2008; Segundo: Jan., fev., mar., abr. e mai. 2009; Terceiro: Jul., ago., set., out. e nov. 2009; e Quarto: Jan., fev., mar., abr., mai. e jul. 2010. Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas, nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem ( $p < 0,05$ ).

No terceiro período de avaliação, o pó de balão proporcionou menor teor de FDN (65,46%), na *B. humidicola*, em comparação à cama de aviário (67,57%). Nos períodos menos chuvosos (1º e 3º) ocorreu maior teor de FDN, independente dos resíduos orgânicos utilizados. Os resultados deste trabalho foram inferiores aos de Camarão et al. (1984), em *B. humidicola*, que obtiveram para FDN 72,5; 74,3 e 76,4%, nos cortes com 35, 65 e 95 dias de rebrota, respectivamente. Deve-se ressaltar que ocorre proporção elevada de parede celular no período estudado, quando há a floração.

O teor de FDN é importante parâmetro que define a qualidade da forragem, bem como fator que limita a capacidade ingestiva dos animais. A FDN representa a fração química da forrageira que se correlaciona mais estreitamente com o consumo voluntário dos animais, pois valores acima de 55 a 60%, correlacionam-se negativamente (VAN SOEST, 1994). No presente trabalho, os valores de FDN estiveram sempre acima do nível crítico de 60% e, portanto, o consumo voluntário das forrageiras em pastejo poderia ser limitado, no caso de pressão de pastejo alta, que reduziria a seletividade dos bovinos. Nussio et al. (2002) relatam que forragens de elevada digestibilidade de FDN proporcionam elevado potencial de consumo de MS e, conseqüentemente, melhor produção de leite e carne.

Conforme o Anexo 6, o teor de FDA, na gramínea em estudo, apresentou efeito significativo ( $p < 0,05$ ) na interação parte da planta vs. nível do resíduo orgânico (Tabela 40).

**Tabela 40** - Teor médio de FDA (% na MS) na *Brachiaria humidicola*, em função da interação, parte da planta vs. nível do resíduo orgânico, em Castanhal, Pará.

| Parte da Planta | Cama de aviário (t/ha)            |         | Pó de balão (t/ha) |         |
|-----------------|-----------------------------------|---------|--------------------|---------|
|                 | 2                                 | 8       | 5                  | 20      |
|                 | Teor de FDA (% na MS) na gramínea |         |                    |         |
| Colmo           | 36,71aB                           | 38,87aA | 35,75aA            | 36,00aA |
| Folha           | 35,73aA                           | 33,83bB | 34,06bA            | 35,31aA |

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas, nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem ( $p < 0,05$ ).

O maior nível de cama de aviário proporcionou maior teor de FDA no colmo que na folha, enquanto que com o pó de balão não houve diferença. Brito et al. (2003) afirmam que especialmente em gramíneas e pela natureza distinta de seus tecidos, o conteúdo de FDA é maior no colmo em relação às folhas, o que, também, foi observado no presente trabalho nos níveis de 2 t/ha (CA) e 5 t/ha (PDB).

A digestibilidade de um alimento está mais relacionada com a FDA do que com a FDN, pois a fração da fibra indigestível, a lignina, representa a maior porção da FDA (EASTRIDGE, 1997). O teor elevado de FDA indica maior proporção dos constituintes fibrosos, resistentes à digestão, tais como as pentosanas resistentes, lignina e cutina, que são

componentes da parede celular responsáveis pela baixa digestibilidade da forragem (VAN SOEST, 1994). O teor de FDA é fator importante quando se avalia a digestibilidade de um alimento, pois à medida que ele aumenta, diminui a digestibilidade da MS (BRANCO, 2006). Os resultados deste trabalho corroboram com os de Costa et al. (2007), que obtiveram teor de FDA de 34%.

O teor de lignina foi influenciado significativamente ( $p < 0,05$ ) pelas interações período de avaliação vs. dose de  $P_2O_5$  (Tabela 41) e parte da planta vs. período de avaliação (Tabela 42).

**Tabela 41** - Teor médio de lignina (% na MS) na *Brachiaria humidicola*, em função da interação, período de avaliação vs. dose de  $P_2O_5$ , em Castanhal, Pará.

| Período  | Dose de $P_2O_5$ (kg/ha)              |        |
|----------|---------------------------------------|--------|
|          | 150                                   | 450    |
|          | Teor de lignina (% na MS) na gramínea |        |
| Primeiro | 6,08abA                               | 6,24aA |
| Segundo  | 5,66bA                                | 6,01aA |
| Terceiro | 6,59aA                                | 5,95aB |
| Quarto   | 6,00bA                                | 6,00aA |

Primeiro período: Set., out., nov. e dez. 2008; Segundo: Jan., fev., mar., abr. e mai. 2009; Terceiro: Jul., ago., set., out. e nov. 2009; e Quarto: Jan., fev., mar., abr., mai. e jul. 2010. Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas, nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem ( $p < 0,05$ ).

No terceiro período ocorreu maior teor de lignina, 6,59%, na menor dose de  $P_2O_5$ , 150 kg/ha, entretanto, ao adubar a *B. humidicola* com a menor dose de  $P_2O_5$ , nos períodos menos chuvosos, o teor de lignina foi superior aos períodos com maior incidência de chuvas. O teor de lignina em plantas jovens, normalmente, é inferior a 5%, enquanto que em plantas maduras pode conter 15% (WAGNER e WOLF, 1999).

**Tabela 42** - Teor médio de lignina (% na MS) na *Brachiaria humidicola* em função da interação, parte da planta vs. período de avaliação, em Castanhal, Pará.

| Período  | Colmo                                 | Folha  |
|----------|---------------------------------------|--------|
|          | Teor de lignina (% na MS) na gramínea |        |
| Primeiro | 6,97aA                                | 6,10aA |
| Segundo  | 6,05bA                                | 5,63bB |
| Terceiro | 6,82aA                                | 6,43aA |
| Quarto   | 6,02bA                                | 5,35bB |

Primeiro período: Set., out., nov. e dez. 2008; Segundo: Jan., fev., mar., abr. e mai. 2009; Terceiro: Jul., ago., set., out. e nov. 2009; e Quarto: Jan., fev., mar., abr., mai. e jul. 2010. Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas, nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem ( $p < 0,05$ ).

Nos períodos menos chuvosos ocorreu maior teor de lignina, no colmo e na folha, enquanto que nos períodos mais chuvosos houve maior acúmulo de lignina no colmo do que na folha. Os teores de lignina determinados neste trabalho foram superiores aos obtidos por Coelho et al. (2010), que obtiveram para colmo e folha, teor de 3,23% e 4,02%,



respectivamente. Balsalobre et al. (2001) relatam que as maiores mudanças que ocorrem na composição das plantas forrageiras são as decorrentes de sua maturidade. A maioria das espécies forrageiras sofre declínio no seu valor nutritivo, com aumento da idade, o que resulta da menor relação folha/colmo, combinada com a crescente lignificação da parede celular.

No que se refere ao teor de celulose (% na MS), as interações que melhor explicam o efeito significativo ( $p < 0,05$ ) na forragem são período de avaliação vs. nível do resíduo (Tabela 43) e parte da planta vs. período de avaliação vs. resíduo orgânico (Tabela 44).

**Tabela 43** - Teor médio de celulose (% na MS) na *Brachiaria humidicola*, em função da interação, período de avaliação vs. nível do resíduo orgânico, em Castanhal, Pará.

| Período                                | Cama de aviário (t/ha) |         | Pó de balão (t/ha) |         |
|--|------------------------|---------|--------------------|---------|
|  | 2                      | 8       | 5                  | 20      |
| Teor de celulose (% na MS) na gramínea |                        |         |                    |         |
| Primeiro                               | 32,74aA                | 33,49aA | 28,59aA            | 28,53aA |
| Segundo                                | 29,55bA                | 25,39cB | 29,28aA            | 29,28aA |
| Terceiro                               | 28,73bA                | 29,11bA | 27,50aB            | 30,34aA |
| Quarto                                 | 29,93abA               | 29,72bA | 29,98aA            | 29,48aA |

Primeiro período: Set., out., nov. e dez. 2008; Segundo: Jan., fev., mar., abr. e mai. 2009; Terceiro: Jul., ago., set., out. e nov. 2009; e Quarto: Jan., fev., mar., abr., mai. e jul. 2010. Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas no mesmo resíduo orgânico, nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem ( $p < 0,05$ ).

No terceiro período de avaliação, no menor nível de pó de balão (5 t/ha), a *B. humidicola* apresentou menor teor de celulose (27,50%) em relação ao maior nível de PDB (20 t/ha). Ao trabalharem com digestibilidade *in vitro* e *in situ* de três forrageiras tropicais, colhidas manualmente e por vacas fistuladas no esôfago, Benedetti et al. (2008) obtiveram teor médio de celulose de 37,2% em *Brachiaria decumbens*. Assim, os dados do presente trabalho foram inferiores, independente dos adubos orgânicos utilizados.

**Tabela 44** - Teor médio de celulose (% na MS) na *Brachiaria humidicola*, em função da interação, parte da planta vs. período de avaliação vs. resíduo orgânico, em Castanhal, Pará.

| Período                                | Cama de aviário |          | Pó de balão |           |
|--|-----------------|----------|-------------|-----------|
|  | Colmo           | Folha    | Colmo       | Folha     |
| Teor de celulose (% na MS) na gramínea |                 |          |             |           |
| Primeiro                               | 37,43aA1        | 28,8aB1  | 27,46bA2    | 29,66abA1 |
| Segundo                                | 24,91cB1        | 30,03aA1 | 26,23bB1    | 30,75aA1  |
| Terceiro                               | 29,21bA1        | 28,63aA1 | 30,77aA1    | 27,08bB1  |
| Quarto                                 | 30,56bA1        | 29,09aA1 | 30,54aA1    | 28,93abA1 |

Primeiro período: Set., out., nov. e dez. 2008; Segundo: Jan., fev., mar., abr. e mai. 2009; Terceiro: Jul., ago., set., out. e nov. 2009; e Quarto: Jan., fev., mar., abr., mai. e jul. 2010. Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas, nas linhas no mesmo resíduo orgânico, minúsculas nas colunas e dígitos que comparam os períodos de avaliação para cada combinação de resíduo e parte da planta não diferem ( $p < 0,05$ ).

No primeiro período de avaliação, com pó de balão, o colmo apresentou menor teor de celulose, enquanto que no segundo período, a folha apresentou menor teor. Pariz et al.

(2010), em espécies de *Brachiaria*, observaram teores entre 33,5 e 42,0%, superiores aos do presente trabalho.

Conforme o Anexo 6, o teor de hemicelulose apresentou efeito significativo ( $p < 0,05$ ) na interação parte da planta vs. período de avaliação vs. resíduo orgânico (Tabela 45).

**Tabela 45** - Teor médio de hemicelulose (% na MS) na *Brachiaria humidicola*, em função da interação, parte da planta vs. período de avaliação vs. resíduo orgânico, em Castanhal, Pará.

| Período  | Cama de aviário                            |          | Pó de balão |           |
|----------|--|----------|-------------|-----------|
|          | Colmo                                      | Folha    | Colmo       | Folha     |
|          | Teor de hemicelulose (% na MS) na gramínea |          |             |           |
| Primeiro | 21,12cB2                                   | 32,04aA1 | 33,11aA1    | 32,24aA1  |
| Segundo  | 35,55aA1                                   | 29,4abB1 | 28,06abA2   | 27,10abA1 |
| Terceiro | 29,64abA1                                  | 25,88bA2 | 29,47abA1   | 30,84abA1 |
| Quarto   | 24,17bcA1                                  | 24,82bA1 | 24,69bA1    | 25,93bA1  |

Primeiro período: Set., out., nov. e dez. 2008; Segundo: Jan., fev., mar., abr. e mai. 2009; Terceiro: Jul., ago., set., out. e nov. 2009; e Quarto: Jan., fev., mar., abr., mai. e jul. 2010. Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas, nas linhas no mesmo resíduo orgânico, minúsculas nas colunas e dígitos que comparam os períodos de avaliação para cada combinação de resíduo e parte da planta não diferem ( $p < 0,05$ ).

No terceiro período, com pó de balão, o teor de hemicelulose foi superior na folha (30,84%), enquanto que no segundo período, o maior teor ocorreu no colmo com cama de aviário (35,55%). Os resultados deste trabalho são superiores aos de Pariz et al. (2010), com média entre 25,2 e 28,8%. A hemicelulose é o segundo carboidrato mais comum, que constitui os resíduos das plantas e formado de polímeros, com hexoses, pentoses e ácidos urônicos. Eles constituem um grupo diverso de polissacarídeos estruturais, que compreendem mais de 30% da MS dos resíduos das plantas. Sua decomposição é geralmente rápida e excede a taxa de decomposição da celulose (WAGNER e WOLF, 1999).

#### 4.4 CONCLUSÃO

- O resíduo orgânico, pó de balão proporcionou maior produção de massa de forragem, 9.710,99 kg/ha.
- O maior teor de nitrogênio (19,02 g/kg) foi obtido ao adubar com pó de balão (5 t/ha).
- O pó de balão proporcionou maior teor Ca de 3,63 g/kg.

- No primeiro período de avaliação, ao adubar com pó de balão (10 t/ha) foi obtido menor teor de Mg (3,37 g/kg).
- Os microminerais apresentaram efeito significativo quanto aos resíduos orgânicos e períodos de avaliação.
- O pó de balão proporcionou maior teor de proteína bruta e menor teor de fibra em detergente neutro na *B. humidicola*.
- O risco de contaminação do solo e da forragem por metais pesados presentes no pó de balão pode limitar seu uso agrícola como adubo orgânico.

## REFERÊNCIAS

ALVES, D. D. **Métodos de amostragem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, parâmetros nutricionais e desempenho produtivo em novilhos submetidos a diferentes tipos de suplementos.** 2006. 83p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY - AOAC. **Official methods of analysis.** 16.ed. 3rd Revision, Arlington: AOAC International, 1997. 991p.

AZEVEDO, M. L. A. **Utilização de esterco de suínos *in natura* em pastagem de capim gordura (*Melinis minutiflora*, Beauv.).** 1991. 74p. Dissertação (Mestrado em Solos) – Escola de Agronomia, Viçosa. 1991.

BALSALOBRE, M. A. A.; NUSSIO, L. G.; MARTHA JÚNIOR, G. B. Controle de perdas na produção de silagem de gramíneas tropicais. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p.890-911.

BASTOS, T. X.; PACHECO, N. A.; NECHET, D.; SÁ, T. D. A. **Aspectos climáticos de Belém no últimos cem anos.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002, 31p. (Documentos, 128).

BENEDETTI, E.; RODRÍGUEZ, N. M.; CAMPOS, W. E.; BORGES, A. L. C. C.; SALIBA, E. S. Consumo de alimentos e produção de leite de vacas mestiças mantidas em diferentes pastagens tropicais. **Ciência Animal Brasileira**, v.9, n.3, p.578-589, 2008.

BRANCO, A. F. **Caracterização de alimentos para ruminantes**. 2006. Disponível em: <http://www.potasal.com.br>. Acesso em: 10 set. 2010.

BRITO, C. J. F. A.; RODELLA, R. A.; DESCHAMPS, F. C.; Perfil químico da parede celular e suas implicações na digestibilidade de *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria humidicola*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1835-1844, 2003.

CAMARÃO, A. P.; SERRÃO, E. A. S.; MARQUES, J. R. F.; RODRIGUES FILHO, J. A. **Avaliação de pastagens nativas de terra firme e inundável da região do Baixo e Médio Amazonas**. Belém: Embrapa - CPATU, p.1-21, 1991.

CAMARÃO, A. P.; SOUZA FILHO, A. P. S. Pastagens nativas da Amazônia. In: ABREU, E. M. A.; FERNANDES, A. R.; MARTINS, A. R. A.; RODRIGUES, T. E. Produção de forragem e valor nutritivo de espécies forrageiras sob condições de pastejo, em solo de várzea baixa do Rio Guamá. **Revista Acta Amazônica**, v.36, n.1, 2006.

COELHO, M. C.; LIMA, W. M.; SOUZA, J. P. S. P.; DANTAS, R. A.; FONSECA, O. P.; CARVALHO, A. M.; GUIMARÃES JÚNIOR, R. Teores de hemicelulose, celulose e lignina em plantas de cobertura sob manejo na floração e maturação. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 29., REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 13., SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 11., REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 8., Espírito Santo, **Anais...** Espírito Santo, 2010.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 420, de 28 de dezembro de 2009. "Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas."**, Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, DF, nº 249, de 30/12/2009, pag. 81-84. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiano1.cfm?codlegitipo=3&ano=2009>. Acesso em: 10/01/2011.

COSTA, K. A. P.; OLIVEIRA, I. P.; FAQUIN, V.; NEVES, B. P.; RODRIGUES, C.; SAMPAIO, F. M. T. Intervalo de corte na produção de massa seca e composição químico-bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. MG-5. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.4, p.1197-1202, 2007.

DIAS-FILHO, M. B. **Limitações e potencial de *Brachiaria humidicola* para o trópico úmido brasileiro**. Belém: Embrapa – CPATU, 1983. 28p. (Documentos, 20)

EASTRIDGE, M. L. **Fibra para vacas leiteiras**. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL CONFINAMENTO DE BOVINOS, 9., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1997. p.33-50.

EMBRAPA (SNLCS). Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de métodos e análise de solo**. 2 ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 1997. 212p.

EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; VALLE, L. C. S. **Avaliação de acessos de *Panicum maximum* sob pastejo**. Campo grande: Embrapa - CNPQC, 1995. 7p.

GALLO, J. R.; HIROCE, R.; BATAGLIA, O. C. Composição química inorgânica de forrageiras do Estado de São Paulo. In: COSTA, M. N. X.; MATTOS, H. B.; BUENO, M. F.; DIAS, C. T. S.; LEITE, V. B. O. Influência de épocas e doses de adubação nitrogenada na produção estacional do capim *Brachiaria humidicola*. **Boletim de Indústria Animal**, v.58, n.2, p.153-167, 2001.

GALVÃO, S. R. S.; SALCEDO, I. H.; OLIVEIRA, F. F. Acumulação de Nutrientes em solos arenosos adubados com esterco bovino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.1, p.99-105, 2008.

GARCIA, A. R.; ALVAREZ, W. F. M.; COSTA, N. A.; NAHÚM, B. S.; NETO, T. Q.; CASTRO, S. R. S. Avaliação do desempenho de bovinos de corte criados em sistemas silvipastoris no estado do Pará. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, v.4, n.8, p.51-62, 2009.

GÓES, J. E. M. **Efeito de diferentes níveis de NPK e calagem na pastagem Braquiarião (*Brachiaria brizantha*) cultivada em Argissolo Amarelo**. 2000. 86p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém. 2000.

GUIMARÃES JÚNIOR, R.; FERNANDES, F. D.; RAMOS, A. K. B.; CARVALHO, M. A.; OLIVEIRA, E. M. Concentração mineral de genótipos de *Brachiaria brizantha* cultivados em solo de cerrado. In: SIMPÓSIO NACIONAL CERRADO, 9., 2008, Brasília. **Anais...** Brasília, 2008. p.1-5.

HERINGER, I.; JACQUES, A. V. A. Qualidade da forragem de pastagem nativa sob distintas alternativas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.3, p.399-406, 2002.

KABATA-PENDIAS, A.; PENDIAS, H. **Trace elements in soils and plants**. Boca Raton: CRC Press, Inc., p.51-68, 1984.

KLIEMANN, H. J.; MAGALHÃES, R. T.; OLIVEIRA, I. P.; MORAES, M. F. Relações da produção de massa verde de *Brachiaria brizantha* com os índices de disponibilidade de nutrientes em solos sob o sistema barreira de manejo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.33, n.1, p.49-56, 2003.

LANÇANOVA, J. A. C.; OLIVEIRA, M. D. A.; PACOLA, L. J.; VILELA, L. M. R.; FIGUEIREDO, L. A.; MALHEIROS, E. B.; SAMPAIO, A. A. M. Digestibilidade aparente da matéria seca, matéria orgânica e energia bruta e nutrientes digestíveis totais de uma ração completa para bovinos de diferentes grupos genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.897-903, 2001.

LANA, R. M. Q.; ASSIS, D. F.; SILVA, A. A.; LANA, A. M. Q.; GUIMARÃES, E. C.; BORGES, E. N. Alterações na produtividade e composição nutricional de uma pastagem após segundo ano de aplicação de diferentes doses de cama de frango. **Bioscience Journal**, v.26, n.2, p.249-256, 2010.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

\_\_\_\_\_; MORAES, M. F. Sobre a sugestão dos metais pesados tóxicos em fertilizantes e sobre a portaria 49 de 25/04/2005 da secretaria de defesa agropecuária do ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. **Informações agrônômicas**, nº 114. 2006.

MANNETJE, L.; EBERSOHN, J. P. Relations between sward characteristics and animal production. **Tropical Grasslands**, v.14, n.3, p.273-280, 1980.

MATTAR, R. M. V. C.; VIEIRA, L. S.; SILVA, G. R. Efeito da inundação sobre o pH e a disponibilidade de fósforo, sódio, ferro e manganês em Gley Pouco Húmico coletado na várzea do rio Guamá. Belém-PA. **Revista de Ciências Agrárias**, n.37, p.113-121, 2002.

McCRAE, J. M.; SUMNER, M. E. Assessing and modifying Ca and Al levels in acid subsoils. **Advances in Soil Science**, v.14, p.45-75, 1990.

MCDOWELL, L. R. Minerals for grazing ruminants in tropical regions. In: ABREU, E. M. A. de; FERNANDES, A. R.; MARTINS, A. R. A.; RODRIGUES, T. E. Produção de forragem e valor nutritivo de espécies forrageiras sob condições de pastejo, em solo de várzea baixa do Rio Guamá. **Revista Acta Amazônica**, v.36, n.1, 2006.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7. ed. Washington: National Academy of Science, 2000. 242 p. (Nutrient Requeriments of Domestic Animals, 4).

NUSSIO, G. L.; CAMPOS, F. P.; PAZIANI, S. F.; SANTOS, F. A. P. Volumosos suplementares: estratégias de decisão e utilização. In: FORRAGICULTURA E PASTAGENS: TEMAS EM EVIDÊNCIA, 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2002. p.193-232.

OLIVEIRA, I. P.; CUNHA, R.; SANTOS, R. S. M.; FARIA, C. D.; CUNHA, G. F. Efeito da correção da fertilidade do solo no desenvolvimento da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em latossolo com diferentes históricos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.30, n.1, p.57-64, 2000.

PACHECO, N. A.; BASTOS, T. X. **Caracterização climática do município de Tomé-Açu, PA**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2001. 18p. (Documentos, 87).

PARIZ, C. M.; ANDREOTTI, M.; AZENHA, M. V.; BERGAMASCHINE, A. F.; MELLO, L. M. M.; LIMA, R. C. Massa seca e composição bromatológica de quatro espécies de braquiárias semeadas na linha ou a lanço, em consórcio com milho no sistema plantio direto na palha. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.32, n.2, p.147-154, 2010.

ROSOLEM, C. A.; CALONEGO, J. C.; FOLONI, J. S. S. Lixiviação de potássio da palha de espécies de cobertura de solo de acordo com a quantidade de chuva aplicada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, n.2, 2003.

SÁ, T. D.; MÖLLER, M. R.; CAMARÃO, A. P. Teores de minerais em pastagens nativas de savanas mal drenadas da ilha de Marajó. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. 35., 1998, Botucatu, **Anais...** Botucatu: SBZ. p.290-292.

SANTOS, L. C.; BONOMO, P.; SILVA, C. C. F.; PIRES, A. J. V.; VELOSO, C. M.; PATÊS, N. M. S. Produção e composição química da *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria decumbens* submetidas a diferentes adubações. **Ciência Animal Brasileira**, v.9, n.4, p.856-866, 2008.

SARRUGE, J. R.; HAAG, H. P. **Análise química em plantas**. Piracicaba: ESALQ, Departamento de Química, 1974. 56p.

SERRÃO, E. A. S. Produtividade de pastagens cultivadas em solos ácidos de baixa fertilidade das áreas de floresta da Amazônia brasileira. In: SÁNCHEZ, P. A.; TERGAS, L. A. (Ed.). **Produção de pastagens em solos ácidos dos trópicos**. Brasília: Editerra, 1982. p.219-251.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de Alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3. ed. Viçosa: Imprensa Universitária da Universidade Federal de Viçosa. 2002.

SILVA, M. C.; SANTOS, M. V. F.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; LIRA, M. A.; MELO, W. S.; OLIVEIRA, T. N.; ARAÚJO, G. G. L. Avaliação de métodos para recuperação de pastagens de braquiária no agreste de Pernambuco. Valor Nutritivo da Forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.2007-2016, 2004.

SKERMAN, P. J.; RIVEROS, F. **Gramineas tropicales**. FAO. Rome. 849p. (Coleção FAO. Producción y Protección Vegetal, 23). 1982.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. eds. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2.ed. Brasília, Embrapa, 2004. 416p.

TOLEDO, J. M. Pasturas en Trópico Húmedo: perspectiva global. In: SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO, 1., 1986, Belém, **Anais...** Belém: EMBRAPA/CPATU, 1986. p.19-36.

THOMAS, D., ANDRADE, R. P. Desempenho agrônômico de cinco gramíneas tropicais sob pastejo na região dos cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.19, n.8, p.1047-1051, 1984.

VALADARES FILHO, S. C.; MAGALHÃES, K. A.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; CAPELLE, E. R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. Viçosa: UFV- DZO, 2006. 329p.

VAN SOEST, P. J. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1994.

WAGNER, G. H.; WOLF, D. C. Carbon transformations and soil organic matter formation. In: SYLVIA, D. M.; FUHRMANN, J. J.; HARTEL, P. G.; ZUBERER, D. A. **Principles and applications of soil microbiology**. New Jersey, Prentice Hall, p.218-256, 1999.

ZIMMER, A. H.; EUCLÍDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M. Manejo de plantas do gênero *Brachiaria*. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. (Ed.). SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DAS PASTAGENS, 9., 1988, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, 1988. p.101-143.

\_\_\_\_\_; EUCLÍDES FILHO, K. As pastagens e a pecuária de corte brasileira. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa. **Anais...** Viçosa, 1997. p.349-379.



## 5 RESÍDUO SIDERÚRGICO “PÓ DE BALÃO” EM COMBINAÇÃO COM NITROGÊNIO E FÓSFORO NA PRODUÇÃO DE MASSA DE FORRAGEM E COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA DE QUICUIO-DA-AMAZÔNIA

(*Brachiaria humidicola*)

**RESUMO** - O trabalho objetivou avaliar a produção de massa de forragem e composição químico-bromatológica da forrageira quicuiu-da-amazônia (*Brachiaria humidicola*), adubada com resíduo orgânico da indústria siderúrgica (pó de balão) combinado com nitrogênio e fósforo, em condições de casa de vegetação. O delineamento experimental foi blocos casualizados, com cama de aviário (4 g/dm<sup>3</sup>) e pó de balão (10 g/dm<sup>3</sup>), quatro níveis de N (0, 50, 100, 200 mg/dm<sup>3</sup>) e quatro de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (0, 100, 200, 300 mg/dm<sup>3</sup>). A maior dose de N (200 mg/dm<sup>3</sup>) combinada com PDB foi responsável pela maior produção de massa de forragem, 27,81 g/vaso. Os teores de macrominerais não apresentaram efeito significativo para as fontes de variância estudadas, exceto o teor de cálcio. O resíduo orgânico, pó de balão proporcionou maior teor (3,0 g/kg). Os microminerais apresentaram influência dos resíduos orgânicos, doses de N e P, exceto o cobre que não apresentou efeito significativo quanto às fontes estudadas. A combinação de pó de balão com a maior dose de N (200 mg/dm<sup>3</sup>) proporcionou teor de MS de 22,16%. O risco de contaminação do solo e da forragem por metais pesados presentes no pó de balão pode limitar seu uso agrícola como adubo orgânico.

**Palavras-chave:** Adubação de pastagem, massa seca, metais pesados, proteína bruta, siderurgia.

**ABSTRACT** - The work evaluated the production of forage mass and chemical-bromatologic composition of the *Brachiaria humidicola* (quicuiu-da-amazônia) grass fertilized with organic waste deriving of the siderurgic industry (pó de balão), in the greenhouse conditions. For production of forage mass and chemical-bromatologic composition the complete randomized block design. The studied factors were: two organic wastes, poultry litter (4 g/dm<sup>3</sup>) and “pó de balão” (10 g/dm<sup>3</sup>), four levels of N (0, 50, 100, 200 mg/dm<sup>3</sup>) and four of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (0, 100, 200, 300 mg/dm<sup>3</sup>). The highest content of N (200 mg/dm<sup>3</sup>) combined with PDB and CA was responsible for higher productions, 27.81 and 18.44 g/vase, respectively. The highest N (200 mg/dm<sup>3</sup>) combined with PDB was responsible for greater production of dry matter, 27.81 g/vase. The contents of macroelements no significant effect for sources of variance, exception of calcium content. The organic residue, “pó de balão” increased the content (3.0 g/kg). The trace showed the influence of organic residues of N and P, except for copper which had no significant effect of the sources studied. The combination of “pó de balão” with the highest N (200 mg/dm<sup>3</sup>) gave the DM content of 22.16%. The risk of contamination of soil and grass by heavy metals present in the “pó de balão” may limit their agricultural use as organic fertilizer.

**Key-words:** Parture fertilization, dry mass, macronutrients, crude protein, siderurgy.

### 5.1 INTRODUÇÃO

A pecuária brasileira está estreitamente ligada à exploração de pastagens nativas ou cultivadas, daí o importante papel das gramíneas forrageiras como um dos principais fatores responsáveis pelo sucesso da atividade pecuária. A alta capacidade produtiva das gramíneas, principalmente as tropicais, faz delas uma alternativa bastante viável para a alimentação animal, pelo baixo custo e pela praticidade (TOFOLI, 2006).

A adubação de pastagens é prática agrícola cada vez mais utilizada pelos produtores, objetivando corrigir os elementos limitantes ao crescimento das plantas forrageiras, aumentando a produção de forragem, a taxa de lotação e a produção animal (QUADROS e RODRIGUES, 2006). Entretanto a forragem ofertada deve possuir energia e nutrientes necessários para suprir as exigências dos ruminantes (BUXTON e MERTENS, 1995). A adubação nitrogenada embora propicie o desenvolvimento de tecido rico em proteína e pobre em parede celular e lignina, segundo Ezequiel e Favoretto (2000) acelera desenvolvimento das plantas. Por outro lado, o rendimento forrageiro, em condições de baixos teores de fósforo disponível no solo, pode não responder à adubação com nitrogênio (QUADROS et al., 2002). Esse é um dos maiores problemas no estabelecimento e na manutenção de pastagens, pois, o fósforo favorece o desenvolvimento da parte aérea e das raízes (BELARMINO et al., 2003).

Quanto à composição nutricional das forrageiras, as forrageiras tropicais apresentam qualidade nutricional inferior quando comparadas às forrageiras temperadas. Essa inferioridade nutricional é caracterizada por maiores proporções de parede celular e menores teores de proteína (EUCLIDES, 2001). Porém, também são reportadas na literatura, respostas positivas das características nutricionais forrageiras em resposta à adubações, como por exemplo, a nitrogenada. No estudo de plantas forrageiras, o conhecimento da composição bromatológica é fundamental, pois permite estimar o valor nutritivo da forrageira (GERDES et al., 2000), no qual estão incluídos os teores de proteína bruta, fibras em detergente neutro e ácido que podem influenciar direta ou indiretamente no consumo do animal (VAN SOEST, 1994). Dessa forma, este trabalho foi conduzido para avaliar a produção de massa de forragem e composição químico-bromatológica da *Brachiaria humidicola*, fertilizada com resíduo orgânico, pó de balão combinado com nitrogênio e fósforo.

## 5.2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em casa de vegetação, na Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, Pará, localizada a 1° 28'S e 48° 27'W, no período de novembro de 2009 a março de 2010. Utilizou-se, como substrato, amostra da camada superficial (0-20 cm) de solo classificado como Latossolo Amarelo distrófico, textura média, coletada em área de floresta secundária, localizada na área da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, Pará. A amostra de solo foi secada ao ar, destorroada e passada em peneira, com malha de 2 mm de abertura.

Antes da instalação do experimento foram realizadas análises químicas e físicas na amostra no Laboratório de Solos da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, Pará, conforme metodologia descrita pela Embrapa (1997). O pH em água foi determinado em suspensão na proporção solo-líquido 1:2,5. Ca, Mg e Al foram extraídos em solução de KCl 1N, enquanto o P, K e Na foram extraídos com solução de Mehlich-1 e o H + Al, com acetato de Ca 1N, pH 7,0. A granulometria envolveu determinação de areia, silte e argila. Os resultados das amostras coletadas, antes da instalação do experimento, está na Tabela 46.

**Tabela 46** - Características químicas e físicas do Latossolo Amarelo distrófico, textura média, coletado na camada de 0 a 20 cm, em Belém, Pará.

| Característica química <sup>1</sup>              | Valor |
|--|-------|
| pH em H <sub>2</sub> O                           | 4,5   |
| N (%)  | 0,13  |
| P (mg/dm <sup>3</sup> ) P - Mehlich - 1          | 2     |
| K (mg/dm <sup>3</sup> ) K - Mehlich - 1          | 15    |
| Na (mg/dm <sup>3</sup> )                         | 9     |
| Ca (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )         | 0,3   |
| Mg (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )         | 0,2   |
| Al (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )         | 1,6   |
| H + Al (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )     | 5,7   |
| M.O (g/kg)                                       | 9,9   |
| CTC pH 7,0 (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> ) | 6,21  |
| Saturação por bases (%)                          | 8,13  |
| Característica física <sup>1</sup>               | Valor |
| Argila(g/kg)                                     | 160   |
| Silte(g/kg)                                      | 64    |
| Areia(g/kg)                                      | 796   |

<sup>1</sup> Média de duas repetições.

Para correção da acidez do solo utilizou-se calcário dolomítico, com PRNT de 100%. As quantidades de calcário foram calculadas pelo critério de elevação da saturação por bases, para 45%, utilizando-se a seguinte fórmula:  $NC \text{ (t/ha)} = (V2 - V1).CTC/100$ , onde NC = necessidade de calagem; V2 = percentagem de saturação por base desejada; V1 = percentagem de saturação por base inicial do solo.

Após a aplicação do corretivo, na quantidade de 10 g/vaso, o solo ficou em incubação por 30 dias, em vasos com capacidade de cinco dm<sup>3</sup> de terra, mantendo-se a umidade próxima à capacidade máxima de retenção de água. Após a incubação, as amostras receberam aplicação dos tratamentos com resíduos orgânicos (pó de balão e cama de aviário) e minerais (P e N), conjuntamente com adubação básica de 400 mg/dm<sup>3</sup> de K, na forma de cloreto de potássio (KCl); 5 mg/dm<sup>3</sup> de Zn, na forma de sulfato de zinco (ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O); 0,5 mg/dm<sup>3</sup> de B, na forma de ácido bórico (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>); 1,0 mg/dm<sup>3</sup> de Cu, na forma de sulfato de cobre pentahidratado (CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O). Os nutrientes foram aplicados, na forma de solução,

com 20 ml/vaso, por ocasião do corte de uniformização, exceto o nitrogênio, com aplicação dividida em três parcelas, a primeira, por ocasião do corte de uniformização, e as duas, a cada dez dias.

### 5.2.1 Características dos Resíduos Orgânicos

Na Tabela 47 estão os resultados das análises químicas dos dois resíduos orgânicos estudados, realizadas no Laboratório Campo Análises Agrícolas e Ambientais, em Paracatu, Minas Gerais.

**Tabela 47** - Análise química (%) dos resíduos orgânicos utilizados.

| Característica (%)                    | Resíduo orgânico |             |
|---------------------------------------|------------------|-------------|
|                                       | Cama de aviário  | Pó de balão |
| Umidade a 65°C                        | 0,5              | 22,1        |
| Carbono orgânico                      | 2,8              | 28,7        |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - total | 0,17             | 0,12        |
| K <sub>2</sub> O                      | 0,38             | 0,17        |
| CaO                                   | 4,16             | 2,01        |
| MgO                                   | 0,54             | 0,50        |
| S                                     | 0,08             | 0,10        |
| B                                     | 0,004            | 0,001       |
| Zn                                    | 0,001            | 0,030       |
| Fe                                    | 1,28             | 11,87       |
| Mn                                    | 0,02             | 0,25        |
| Cu                                    | 0,002            | 0,004       |
| Co                                    | -                | <0,001      |
| Mo                                    | -                | <0,001      |
| Cl                                    | -                | <0,07       |
| Si total                              | -                | 2,07        |
| Cr                                    | 0,011803         | 0,02        |
| Cd                                    | <0,0000288       | 0,0004      |
| Pb                                    | <0,00446         | <0,0005     |
| As                                    | 0,000126         | 0,0002      |
| Hg                                    | 0,0000001        | 0,000009    |
| Se                                    | 0,00021          | 0,000024    |
| V                                     | 0,03352          | 0,002207    |
| Ba                                    | 0,04311          | 0,013885    |
| N total                               | <0,06            | 0,005       |
| pH em CaCl <sub>2</sub>               | 8,9              | 8,0         |

Laboratório Campo Análises Agrícolas e Ambientais - PARACATU/MG.

### 5.2.2 Delineamento Experimental

Para produção de massa de forragem, análise de nutrientes e composição bromatológica foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema fatorial  $2 \times 4 \times 4$ , com 32 tratamentos e duas repetições. Os fatores estudados foram: dois resíduos orgânicos, cama de aviário, na dose de  $4 \text{ g/dm}^3$  e pó de balão,  $10 \text{ g/dm}^3$ , quatro níveis de N (0, 50, 100,  $200 \text{ mg/dm}^3$ ), na forma de uréia, e quatro de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , 0, 100, 200,  $300 \text{ mg/dm}^3$ , na forma de fosfato natural reativo de Arad.

### 5.2.3 Condução do Experimento e Análise Laboratorial

As sementes de *B. humidicola* possuíam as seguintes características: Pureza = 90,5%; Germinação = 81%; VC = 73,3%. As sementes foram germinadas em bandejas de plástico, utilizando-se areia lavada, como substrato. Após 20 dias da germinação, foram transplantadas cinco plantas, por vaso, com altura média de 10 centímetros. A irrigação foi efetuada para manter a umidade do solo em 70% da capacidade de embebedimento do solo, fazendo-se regas diárias, durante o período de execução do experimento. Após 15 dias do transplântio realizou-se corte de uniformização nas plantas, a 15 cm do solo. Para avaliação do experimento realizaram-se dois cortes na parte aérea das plantas, o primeiro aos 30 dias do corte de uniformização e o segundo aos 60 dias. A variável de resposta foi produção de massa seca da parte aérea.

O material coletado foi pesado e colocado em estufa de ventilação forçada de ar, com temperatura de  $65 \text{ }^\circ\text{C}$ , por 72 horas, para determinação da matéria seca (MS). Após a secagem, as amostras foram moídas, em moinho do tipo Willey, para determinação da proteína bruta (PB), pelo método semimicro Kjeldahl (AOAC, 1997). Os conteúdos de matéria orgânica (MO) foram calculados subtraindo-se da MS, o percentual de matéria mineral (MM), obtido pela incineração das amostras em mufla, a  $550 \text{ }^\circ\text{C}$ , por cinco horas. Os teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (LIG), determinados pelo método descrito por Van Soest (1994), enquanto a celulose (CEL) e hemicelulose (HEM), pela metodologia de Silva e Queiroz (2002).

As análises de macro e microminerais de tecido vegetal foram realizadas no Laboratório de Análise de Solos da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, Pará, conforme metodologia descrita por Sarruge e Haag (1974). Analisaram-se os teores dos macrominerais (N, P, K, Ca e Mg) e microminerais (Cu, Mn, Fe e Zn). O N total foi determinado pelo método de Kjeldhal. Os nutrientes P, K, Ca e Mg do tecido vegetal foram determinados após a digestão com solução nitro-perclórica 2:1. O P foi medido por colorimetria, enquanto os teores de K, por fotometria de chama, e os de Ca e Mg e microminerais, obtidos por espectrofotometria de absorção atômica.

#### **5.2.4 Análise Estatística**

Os resultados das variáveis estudadas foram submetidos à análise de variância, para avaliar o efeito dos resíduos orgânicos, níveis de  $P_2O_5$  e níveis de N. Os efeitos do N e  $P_2O_5$  foram avaliados por análise de regressão, pela decomposição da soma de quadrado de  $P_2O_5$  e N, em efeitos linear, quadrático e cúbico. Os resíduos orgânicos foram comparados pelo teste Tukey (teste F), em nível de 5% de probabilidade.

### **5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **5.3.1 Atributos Químicos do Solo**

Ao utilizar calagem ocorreu a elevação do pH do solo e incorporação de cálcio (Ca) e magnésio (Mg), bem como eliminar a toxicidade de alumínio (Al) e manganês (Mn) e melhor aproveitamento dos fertilizantes pela gramínea e melhoria da atividade microbiana e condições físicas do solo (LIMA et al., 2007).

Observa-se na Tabela 48, que ao combinar cada produto com doses de nitrogênio e fósforo ocorreu elevação no teor de fósforo do solo, que pode ser atribuído ao bloqueio dos sítios de adsorção de P no solo, onde os grupos funcionais carboxílicos e fenólicos da MO se ligam às hidroxilas dos óxidos de Fe e Al e complexam o Al em solução (HUE, 1991). Esse

comportamento indica efeito da aplicação do resíduo orgânico, pois representa um reservatório importante na ciclagem de P no solo, por processos de mineralização e imobilização do P orgânico, e pode se comportar como fator quantidade e tamponar as formas mais lábeis de P, por meio do controle da mineralização (SILVA et al., 2009).

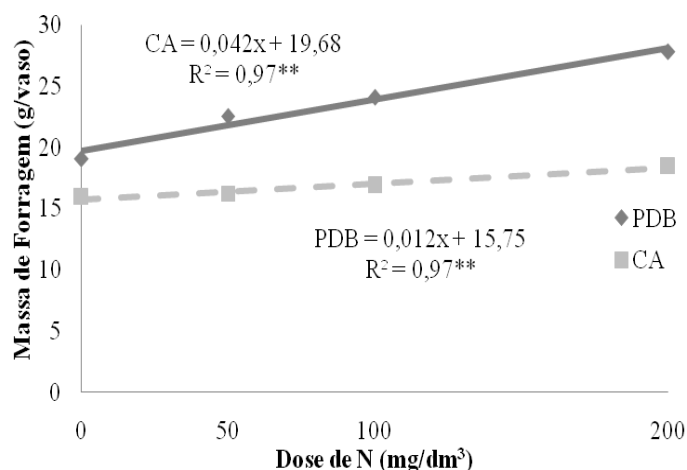
**Tabela 48** - Atributos químicos do Latossolo Amarelo distrófico, textura média, antes e após a aplicação dos resíduos orgânicos, doses de nitrogênio e doses de fósforo, em Belém, Pará.

| Combinação<br>N e P <sub>2</sub> O <sub>5</sub><br>(mg/dm <sup>3</sup> ) | pH                                      | N    | MO   | P                  | K     | Na   | Ca                                 | Ca+Mg | Al  | H+Al |
|--|---|------|------|--------------------|-------|------|------------------------------------|-------|-----|------|
|  | Água                                    | %    | g/kg | mg/dm <sup>3</sup> |       |      | cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> |       |     |      |
|  | Antes da aplicação dos tratamentos      |      |      |                    |       |      |                                    |       |     |      |
|  | 4,5                                     | 0,13 | 9,9  | 2                  | 15    | 9    | 0,3                                | 0,5   | 1,6 | 5,7  |
|  | Cama de aviário (4 mg/dm <sup>3</sup> ) |      |      |                    |       |      |                                    |       |     |      |
| N0 P0  | 5,8                                     | 0,15 | 12,4 | 7,5                | 75,0  | 44,5 | 2,2                                | 4,0   | 0,1 | 2,0  |
| N50 P0   | 5,8                                     | 0,17 | 10,3 | 7,5                | 105,5 | 38,0 | 2,1                                | 3,8   | 0,1 | 2,0  |
| N100 P0  | 5,9                                     | 0,17 | 11,2 | 15,5               | 109   | 57,5 | 2,1                                | 4,0   | 0,1 | 1,7  |
| N200 P0  | 5,9                                     | 0,18 | 10,8 | 17,0               | 145,0 | 45,0 | 1,8                                | 3,3   | 0,1 | 2,0  |
| N0 P100  | 5,8                                     | 0,15 | 10,5 | 17,0               | 80,0  | 35,0 | 2,1                                | 3,8   | 0,2 | 2,2  |
| N50 P100   | 5,8                                     | 0,15 | 11,4 | 112,0              | 95,5  | 41,5 | 2,3                                | 4,2   | 0,1 | 1,9  |
| N100 P100  | 5,8                                     | 0,18 | 12,1 | 120,5              | 133,5 | 55,5 | 1,9                                | 2,9   | 0,1 | 2,2  |
| N200 P100  | 5,7                                     | 0,19 | 12,2 | 134,5              | 146,5 | 58,5 | 2,2                                | 3,7   | 0,1 | 2,2  |
| N0 P200  | 5,7                                     | 0,15 | 11,8 | 114,5              | 75,5  | 42,5 | 2,2                                | 3,9   | 0,1 | 2,1  |
| N50 P200   | 5,8                                     | 0,17 | 11,6 | 121,0              | 100,5 | 37,0 | 2,6                                | 4,5   | 0,1 | 1,6  |
| N100 P200  | 5,7                                     | 0,17 | 11,4 | 125,5              | 112,0 | 29,0 | 2,0                                | 3,5   | 0,1 | 2,3  |
| N200 P200  | 5,9                                     | 0,18 | 14,4 | 167,5              | 118   | 44,5 | 2,1                                | 3,6   | 0,1 | 2,1  |
| N0 P300  | 5,7                                     | 0,15 | 12,7 | 168,0              | 121,5 | 59,0 | 2,3                                | 3,9   | 0,1 | 2,3  |
| N50 P300   | 5,9                                     | 0,16 | 13,0 | 172,5              | 122   | 56,5 | 2,5                                | 4,6   | 0,1 | 1,6  |
| N100 P300  | 5,8                                     | 0,17 | 13,8 | 186,5              | 126,0 | 53,5 | 2,1                                | 4,1   | 0,1 | 2,0  |
| N200 P300  | 5,8                                     | 0,18 | 14,0 | 210,0              | 129,0 | 42,5 | 2,0                                | 3,8   | 0,1 | 2,2  |
|  | Pó de balão (10 mg/dm <sup>3</sup> )    |      |      |                    |       |      |                                    |       |     |      |
| N0 P0  | 5,8                                     | 0,17 | 15,9 | 4,0                | 50,0  | 36,5 | 2,6                                | 4,4   | 0,1 | 2,3  |
| N50 P0   | 5,8                                     | 0,19 | 13,7 | 4,0                | 51,0  | 24,0 | 2,8                                | 5,0   | 0,1 | 1,7  |
| N100 P0  | 5,7                                     | 0,17 | 15,8 | 4,0                | 89,0  | 30,0 | 2,4                                | 3,8   | 0,1 | 3,6  |
| N200 P0  | 5,6                                     | 0,16 | 11,9 | 6,5                | 96,0  | 26,0 | 2,3                                | 3,6   | 0,1 | 2,7  |
| N0 P100  | 5,7                                     | 0,18 | 13,7 | 48,0               | 61,0  | 39,0 | 2,6                                | 4,2   | 0,2 | 2,5  |
| N50 P100   | 5,8                                     | 0,19 | 14,5 | 55,5               | 62,5  | 33,0 | 2,6                                | 4,5   | 0,1 | 2,1  |
| N100 P100  | 5,5                                     | 0,16 | 14,7 | 65,0               | 67,0  | 34,0 | 2,2                                | 3,7   | 0,1 | 2,7  |
| N200 P100  | 5,7                                     | 0,16 | 16,6 | 69,5               | 71,0  | 31,0 | 2,5                                | 4,3   | 0,1 | 2,5  |
| N0 P200  | 5,6                                     | 0,17 | 14,0 | 53,5               | 50,5  | 34,0 | 2,6                                | 3,9   | 0,1 | 2,2  |
| N50 P200   | 5,6                                     | 0,16 | 14,6 | 80,5               | 60,5  | 21,5 | 2,7                                | 4,5   | 0,1 | 2,0  |
| N100 P200  | 5,6                                     | 0,17 | 13,6 | 93,5               | 72,0  | 25,5 | 2,6                                | 4,3   | 0,1 | 1,8  |
| N200 P200  | 5,8                                     | 0,15 | 13,8 | 102,0              | 97,0  | 25,5 | 2,4                                | 3,7   | 0,1 | 2,0  |
| N0 P300  | 5,8                                     | 0,16 | 14,9 | 129,5              | 51,5  | 22,0 | 2,5                                | 3,9   | 0,1 | 1,8  |
| N50 P300   | 5,8                                     | 0,15 | 14,5 | 141,0              | 57,0  | 21,0 | 2,6                                | 4,5   | 0,1 | 1,7  |
| N100 P300  | 5,6                                     | 0,17 | 14,2 | 181,0              | 60    | 19,5 | 2,6                                | 4,5   | 0,1 | 1,8  |
| N200 P300  | 5,4                                     | 0,16 | 15,2 | 182,0              | 64,0  | 19,0 | 2,1                                | 3,2   | 0,1 | 2,4  |

Com a adubação dos resíduos orgânicos ocorreu redução nos teores de alumínio do solo. Segundo Petre e Anghinoni (2001), os compostos orgânicos hidrossolúveis, originados da decomposição de resíduos orgânicos, complexam cátions de reação ácida (Fe<sup>+2</sup>, Mn<sup>+2</sup> e Al<sup>+3</sup>) na solução do solo, que liberam ânions (OH<sup>-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) e causam a precipitação do alumínio e aumentam o pH.

### 5.3.2 Produção de Massa de Forragem

Os quadrados médios das variáveis da produção de massa de forragem encontra-se no Anexo 7. A produção de massa de forragem apresentou efeito significativo ( $p < 0,05$ ) da interação resíduo orgânico vs. dose de nitrogênio (Figura 33).



**Figura 33** - Massa de forragem (g/vaso) de *Brachiaria humidicola*, em função da interação, resíduo orgânico vs. doses de nitrogênio, em Belém, Pará.

Observou-se que o N, em combinação com cada resíduo orgânico, apresentou efeito linear positivo e desempenhou papel fundamental na produção de massa de forragem da *B. humidicola*. A maior dose de N (200 mg/dm<sup>3</sup>), combinada com PDB e CA, foi responsável pelas maiores produções, 27,81 e 18,44 g/vaso, respectivamente. O pó de balão, combinado com cada dose de N, promoveu produção de massa de forragem superior à cama de aviário. Santos et al. (2008), ao adubarem com doses de nitrogênio, as gramíneas, *B. brizantha* e *B. decumbens*, observaram produção média de massa de forragem de 23,8 g/vaso. Bonfim-Silva e Monteiro (2006), ao trabalharem com N e S, em pastagem degradada, verificaram que as doses de N estudadas foram determinantes para a produção de massa seca das lâminas foliares e dos colmos mais bainha de braquiária. O mesmo foi relatado por Grano et al. (2005), que observaram incremento na produção de biomassa da *Brachiaria decumbens*, à medida que aumentava as doses de N, combinadas com doses de S. Alexandrino et al. (2005), ao estudar o crescimento e características químicas e morfogênicas do Marandu (*Brachiaria brizantha*), submetido a cortes e doses de N, verificaram grande diferença de perfilhamento, ao longo do tempo de rebrota, em relação ao suprimento de N, e observou que as plantas não adubadas quase não perfilharam ao longo do tempo.



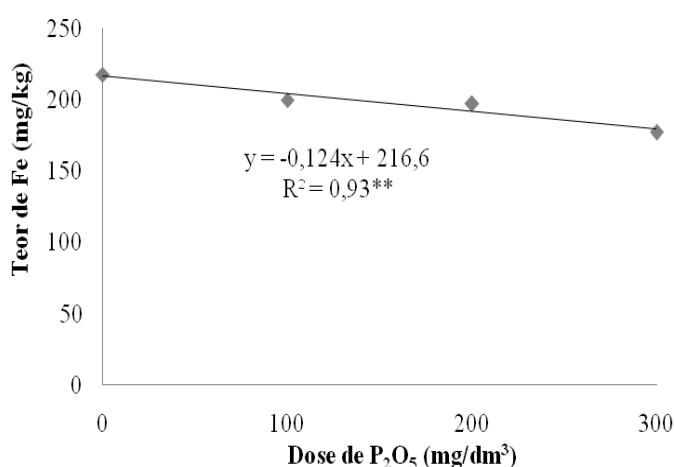
A adubação nitrogenada propicia aumento imediato e visível na produção de forragem, que ocorre porque a quantidade de N disponibilizada pelo solo, a partir da MO, não é suficiente para suprir adequadamente a necessidade das plantas forrageiras (KLUTHCOUSKI e AIDAR, 2003). O N promove alterações fisiológicas em gramíneas forrageiras, como número, tamanho, peso e taxa de aparecimento de perfilhos e folhas, e alongamento do colmo, que são fatores importantes na produção de massa seca e valor nutritivo da planta forrageira, e resulta na elevação de índices zootécnicos (CORSI, 1994).

### 5.3.3 Teor de Minerais na Matéria Seca da Forrageira

Os teores de macrominerais não apresentaram efeito significativo ( $p > 0,05$ ) para as fontes de variância estudadas, exceto o teor de Ca (Anexo 7). O teor de Ca apresentou efeito significativo ( $p < 0,05$ ) dos resíduos orgânicos utilizados, quando o pó de balão proporcionou maior teor (3,0 g/kg), do que a cama de aviário (2,42 g/kg). Lana et al. (2010), ao avaliar doses de cama de aviário, como adubo orgânico, para pastagem de *Brachiaria decumbens* observaram teores de Ca, entre 2,95 e 4,37 g/kg, e para Guimarães Júnior et al. (2008), de 2,80 g/kg.

Os quadrados médios referentes aos microminerais estão no Anexo 7. O teor de Cu não apresentou efeito significativo ( $p > 0,05$ ) das fontes estudadas.

Conforme o Anexo 7, o teor de Fe apresentou efeito significativo ( $p < 0,05$ ) das doses de  $P_2O_5$  (Figura 34).



**Figura 34** - Teor médio de Fe ( $mg/kg$ ) na matéria seca de *Brachiaria humidicola*, em função das doses de  $P_2O_5$ , em Belém, Pará.

Ao aplicar doses crescentes de  $P_2O_5$  na gramínea *B. humidicola* ocorreu diminuição linear nos teores de Fe. Os teores de Fe, na parte aérea, de 132,8 a 273,5 mg/kg, corroboram com os indicados como concentração ideal, de 50 a 250 mg/kg, de acordo com Sousa e Lobato (2004). Os níveis de Fe encontrados na forrageira estão dentro da faixa de suficiência, onde os teores adequados para as braquiárias, na MS, é 180 a 250 mg/kg (MALAVOLTA et al., 1997). Entretanto, encontram-se acima do que determina McDowell (2006), que estima, para ruminante adulto, entre 30 e 60 mg/kg, e, para bezerros, de 100 mg/kg.

Houve efeito significativo da interação resíduo orgânico vs. dose de N vs. dose de  $P_2O_5$ , no teor de Mn (Tabela 49).

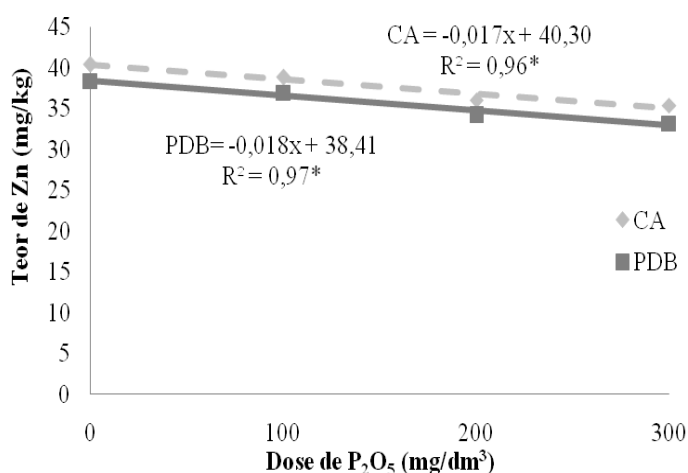
**Tabela 49** - Teor médio de Mn (mg/kg) na matéria seca de *Brachiaria humidicola*, em função da interação, dose de nitrogênio vs. dose de  $P_2O_5$  vs. resíduo orgânico, em Belém, Pará.

| Combinação N e $P_2O_5$<br>(mg/dm <sup>3</sup> ) | Teor de Mn (mg/kg) na MS da gramínea |             |
|--|--------------------------------------|-------------|
|  | Cama de aviário                      | Pó de balão |
| N0P0   | 84,2aA1                              | 83,0aA1     |
| N0P100   | 86,1aA1                              | 74,1bB2     |
| N0P200   | 82,5bA1                              | 72,1bB2     |
| N0P300   | 86,6aA1                              | 79,8bB2     |
| N50P0  | 90,2bA1                              | 80,8bB2     |
| N50P100  | 91,8bA1                              | 87,0aA1     |
| N50P200  | 84,2aA1                              | 79,2bB2     |
| N50P300  | 82,6aA1                              | 74,8cB2     |
| N100P0   | 82,3aA1                              | 71,8bB2     |
| N100P100   | 80,5aA1                              | 83,9aA1     |
| N100P200   | 85,7aA1                              | 71,6bB2     |
| N100P300   | 76,5bA1                              | 67,9cB2     |
| N200P0   | 69,3cB2                              | 75,5bA1     |
| N200P100   | 77,8bB2                              | 83,3aA1     |
| N200P200   | 91,9aA1                              | 70,9bB2     |
| N200P300   | 96,7aA1                              | 68,4cB2     |

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas, nas linhas e minúsculas nas colunas demarcadas pelas linhas negritadas, e dígitos que comparam os resíduos orgânicos para cada combinação de dose de N e dose de  $P_2O_5$  não diferem ( $p < 0,05$ ).

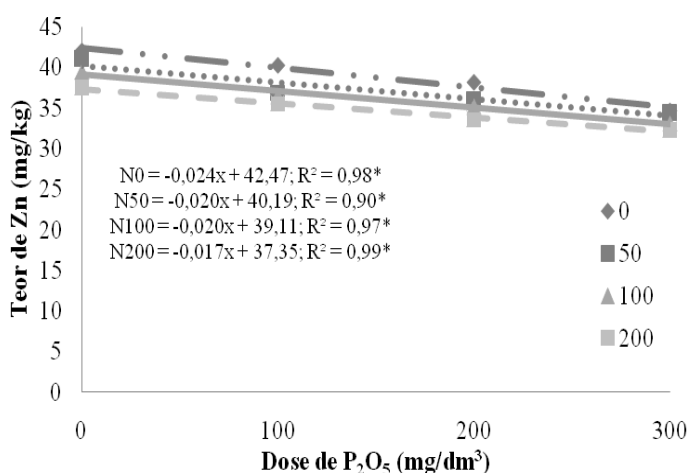
O pó de balão, combinado com a maior dose de N, 200 mg/dm<sup>3</sup>, e doses de  $P_2O_5$ , 0 e 100 mg/dm<sup>3</sup>, promoveu maiores teores de Mn na gramínea, 75,5 e 83,3 mg/kg, respectivamente quando comparado com adubações de cama de aviário com as mesmas doses de  $P_2O_5$ . Os teores de Mn são considerados adequados para a forrageira em estudo, segundo Sousa e Lobato (2004), que recomendam teores de Mn entre 40 e 250 mg/kg. Segundo o NRC (2001), os requerimentos em Mn para gado de corte e leiteiro variam de 20 a 40 mg/kg. Dessa forma, os teores determinados neste trabalho atendem plenamente as exigências de ambas as categorias.

O teor de Zn apresentou efeito significativo ( $p < 0,05$ ), com relação às interações resíduo orgânico vs. dose de  $P_2O_5$  e dose de  $P_2O_5$  vs. dose de N (Figuras 35 e 36).



**Figura 35** - Teor médio de Zn (mg/kg) na matéria seca de *Brachiaria humidicola*, em função da interação, resíduo orgânico vs. dose de  $P_2O_5$ , em Belém, Pará.

O menor teor de Zn (33,20 mg/kg) foi obtido ao adubar a gramínea *B. humidicola* com pó de balão e maior dose de  $P_2O_5$  (200 mg/dm<sup>3</sup>), com redução linear no teor de Zn, ao aplicar doses crescente de  $P_2O_5$ . Os dados do presente trabalho foram superiores aos previstos pelo NRC (2000) para bovinos de corte, é de 30 mg/kg e aos obtidos por Pereira et al. (2010), com média 19,12 mg/kg. Em ambas as avaliações, os teores estão adequados para essa forrageira, de acordo com Sousa e Lobato (2004), que indicam variação entre 20,0 e 50,0 mg/kg.



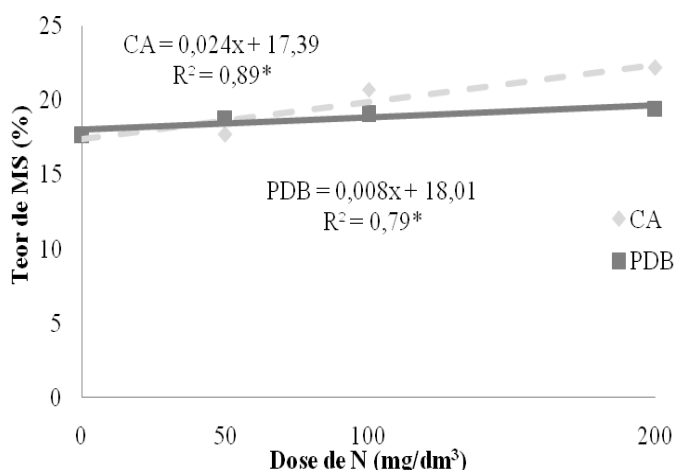
**Figura 36** - Teor médio de Zn (mg/kg) na matéria seca de *Brachiaria humidicola*, em função da interação, dose de nitrogênio vs. dose de  $P_2O_5$ , em Belém, Pará.

Doses crescentes de  $P_2O_5$ , combinadas com doses de N, promoveu redução linear nos teores de Zn, e a combinação 200 mg N/dm<sup>3</sup> e 300 mg  $P_2O_5$ /dm<sup>3</sup> proporcionou menor teor de Zn na gramínea *B. humidicola*. Segundo Malavolta et al. (1997), altos níveis de P no solo

causam diminuição na absorção do Zn, pois o P insolubiliza o Zn na superfície das raízes e diminui sua absorção, fato observado com a adubação fosfatada utilizada. Guimarães Júnior et al. (2008), ao avaliarem a concentração mineral de genótipos de *Brachiaria brizantha* cultivados em solo de cerrado obtiveram teor médio de Zn, 26,51 mg/kg.

### 5.3.4 Composição Bromatológica da Forrageira

Os quadrados médios de composição bromatológica estão no Anexo 8. O teor de MS provocou efeito significativo ( $p < 0,05$ ) na interação resíduo orgânico vs. dose de N (Figura 37).



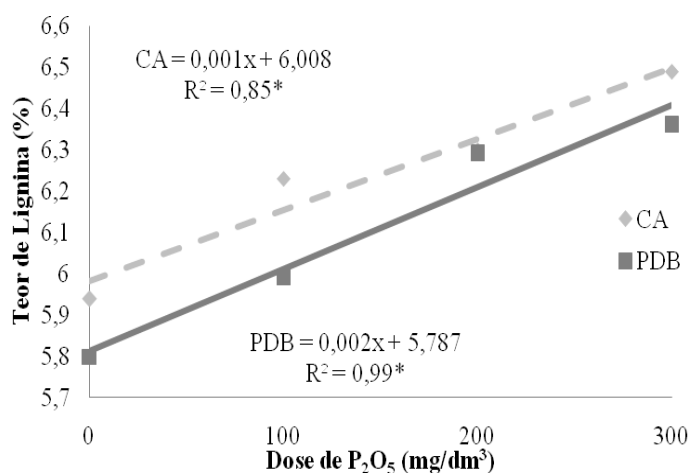
**Figura 37** - Teor médio de MS (%) na gramínea *Brachiaria humidicola*, em função da interação, resíduo orgânico vs. dose de nitrogênio, em Belém, Pará.

Observou-se incremento no teor de MS da *B. humidicola*, com a elevação das doses de N, combinadas com os resíduos orgânicos, onde a combinação de cama de aviário com maior dose de N ( $200 \text{ mg/dm}^3$ ) proporcionou maior teor de MS (22,16%), enquanto que com pó de balão o teor médio foi de 19,44%. Os teores médios de MS obtidos no presente trabalho foram inferiores aos encontrados por COSTA et al. (2005). Ao adubar a gramínea em estudo com cama de aviário e doses de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , a MS não apresentou diferença significativa ( $p > 0,05$ ). A maioria dos dados deste trabalho estão abaixo dos encontrados por Rodrigues et al. (2007), de 21% de MS para *B. humidicola*. Garcia et al. (2009) obtiveram teores médios de MS de 19,47 a 21,31%. O teor de MM apresentou efeito significativo ( $p < 0,05$ ), quanto aos resíduos orgânicos utilizados. A cama de aviário proporcionou maior teor de MM do que o pó de balão, 7,74% e 6,81%, respectivamente.

O teor de MO (Anexo 8) apresentou efeito significativo ( $p < 0,05$ ) com os resíduos orgânicos utilizados. O pó de balão proporcionou maior teor de MO (93,25%), comparado com a cama de aviário (92,29%). Esse maior acúmulo de MO ocorreu devido a maior concentração de carbono orgânico presente na constituição do resíduo. Lançanova et al. (2001) observaram média de 90% de MO, para *B. humidicola*, ligeiramente abaixo dos encontrados neste trabalho. Garcia et al. (2009), ao avaliarem *B. humidicola*, no desempenho de bovinos de corte, criados em sistemas silvipastoris, no estado do Pará, observaram teor de MO de 94,65%. O teor de PB não apresentou efeito significativo ( $p > 0,05$ ) das fontes de variância estudadas.

Os resíduos orgânicos apresentaram efeito significativo ( $p < 0,05$ ) para o teor de FDN (Anexo 8). A cama de aviário proporcionou maior teor de FDN na forrageira em estudo, do que o pó de balão, 63,18% e 59,96%, respectivamente. Os dados obtidos neste trabalho são inferiores aos de Santos et al. (2008), de 66,8%. O teor de FDN é o fator mais limitante do consumo de volumosos, pois valores de constituintes da parede celular superiores a 55%-60% na MS correlacionam-se negativamente com o consumo de forragem (VAN SOEST, 1994). De acordo com Mertens (2001), a FDN é o indicador de fibra total dos alimentos, sendo importante seu conhecimento na planta, pois está relacionada com a sua idade, isto é, quanto mais madura a planta, mais alto será seu teor de FDN e pior será a digestibilidade e, por conseguinte, menor ganho animal.

O teor de FDA apresentou efeito significativo ( $p < 0,05$ ) somente para os resíduos orgânicos utilizados, onde a cama de aviário proporcionou teor de 36,13% e o pó de balão de 35,14%. Os dados obtidos foram inferiores aos de Silva (2005) e Garcia et al. (2009), entretanto, são similares aos de Santos et al. (2008). O teor de lignina apresentou efeito significativo ( $p < 0,05$ ) na interação de resíduo orgânico vs. dose de  $P_2O_5$  (Figura 38).



**Figura 38** - Teor médio de lignina (% na MS) na gramínea *Brachiaria humidicola*, em função da interação, resíduo orgânico vs. dose de  $P_2O_5$ , em Belém, Pará.

O teor de lignina na *B. humidicola* apresentou aumento linear ao ser adubada com os resíduos orgânicos, combinadas com doses de  $P_2O_5$ , e a combinação de CA, com a maior dose de  $P_2O_5$  ( $300 \text{ mg/dm}^3$ ) proporcionou maior teor (6,49%), enquanto que com pó de balão e a mesma dose de  $P_2O_5$ , o teor foi de 6,36%. Os dados do presente trabalho foram superiores aos de Coelho et al. (2010) e Gobbi et al. (2010).

O teor de celulose apresentou efeito significativo ( $p < 0,05$ ) nos resíduos orgânicos utilizados. A cama de aviário (29,99%) foi superior ao pó de balão (28,93%). Esses dados são superiores aos de Maranhão et al. (2009), porém, segundo Van Soest (1994) não é recomendável ter como referência apenas o valor quantitativo de celulose, pois sua disponibilidade nutricional varia de indigestível a completamente digestível, e depende do grau de lignificação. Os resíduos orgânicos apresentaram efeito significativo ( $p < 0,05$ ) no teor de hemicelulose, com cama de aviário superior ao pó de balão, 28,05 e 23,82%, respectivamente. Os dados obtidos no presente trabalho foram inferiores aos de Rosa et al. (2000) e Maranhão et al. (2009).

#### 5.4 CONCLUSÃO

- A maior dose de N ( $200 \text{ mg/dm}^3$ ) combinada com PDB foi responsável pela maior produção de massa de forragem, 27,81 g/vaso.
- Os teores de macrominerais não apresentaram efeito significativo para as fontes de variância estudadas, exceto o teor de cálcio. O resíduo orgânico, pó de balão proporcionou maior teor (3,0 g/kg).
- Os microminerais apresentaram influência dos resíduos orgânicos, doses de N e P, exceto o cobre que não apresentou efeito significativo quanto às fontes estudadas.
- A combinação de pó de balão com a maior dose de N ( $200 \text{ mg/dm}^3$ ) proporcionou teor de MS de 22,16%.

- O risco de contaminação do solo e da forragem por metais pesados presentes no pó de balão pode limitar seu uso agrícola como adubo orgânico.

## REFERÊNCIAS

ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; REGAZZI, A. J.; MOSQUIM, P. R.; ROCHA, F. C.; SOUZA, D. P. Características morfogênicas e estruturais da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a diferentes doses de nitrogênio e frequências de cortes. *Acta Scientiarum*, v.27, n.1, p.7-14, 2005.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY - AOAC. **Official methods of analysis**. 16.ed. 3rd Revision, Arlington: AOAC International, 1997. 991p.

BELARMINO, M. C. J.; PINTO, J. C.; ROCHA, G. P.; FURTINI NETO, A. E.; MORAIS, A. R. Altura de perfilho e rendimento de matéria seca de capim Tanzânia em função de diferentes doses de superfosfato simples e sulfato de amônio. *Ciência Agrotecnologia*, v.27, n.4, p.879-885, 2003.

BONFIM-SILVA, E. M.; MONTEIRO, F. A. Nitrogênio e enxofre em características produtivas do capim-braquiária proveniente de área de pastagem em degradação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.4, p.1289-1297, 2006.

BUXTON, D. R.; MERTENS, D. R. Quality - related characteristics of forages. In: BARNES, R. F., MILLER, D. A., NELSON, C. J. (Ed.). **Forages: the science of grasslands agriculture**. 5. ed. v. 2. Iowa: Iowa State University Press, 1995. p. 83-96.

COELHO, M. C.; LIMA, W. M.; SOUZA, J. P. S. P.; DANTAS, R. A.; FONSECA, O. P.; CARVALHO, A. M.; GUIMARÃES JÚNIOR, R. Teores de hemicelulose, celulose e lignina em plantas de cobertura sob manejo na floração e maturação. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 29., REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 13., SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 11., REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 8., Espírito Santo, *Anais...* Espírito Santo, 2010.

CORSI, M. Adubação nitrogenada das pastagens. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. (Ed.). **Pastagens: fundamentos da exploração racional**. 2. ed. Piracicaba: FEALQ, 1994. p.121-155.

COSTA, K. A. P.; ROSA, B.; OLIVEIRA, I. P.; CUSTÓDIO, D. P.; SILVA, D. C. Efeito da estacionalidade na produção de matéria seca e composição bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Ciência Animal Brasileira**, v.6, n.3, p.187-193, 2005.

EMBRAPA (SNLCS). Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de métodos e análise de solo**. 2 ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 1997. 212p.

EUCLIDES, V. P. B.; EUCLIDES FILHO, K.; COSTA, F. P.; FIGUEIREDO, G. R. Desempenho de novilhos F1s Angus-Nelore em pastagens de *Brachiaria decumbens* submetidos a diferentes regimes alimentares. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.2, p.470-481, 2001.

EZEQUIEL, J. M. B., FAVORETTO, V. Efeito do manejo sobre a produção e composição química de perfilhos do capim colônia (*Panicum maximum* Jacq.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1596-1607, 2000.

GARCIA, A. R.; ALVAREZ, W. F. M.; COSTA, N. A.; NAHÚM, B. S.; NETO, T. Q.; CASTRO, S. R. S. Avaliação do desempenho de bovinos de corte criados em sistemas silvipastoris no estado do Pará. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, v.4, n.8, p.51-62, 2009.

GERDES, L.; WERNER, J. C.; COLOZZA, M. T. Avaliação de características de valor nutritivo das gramíneas forrageiras Marandu, Setária e Tanzânia nas estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.4, p.955-963, 2000.

GOBBI, K. F.; GARCIA, R.; GARCEZ NETO, A. F.; PEREIRA, O. G.; ROCHA, G. C. Valor nutritivo do capim-brachiaria e do amendoim forrageiro submetido ao sombreamento. **Archivos de Zootecnia**, v.59, n.227, p.379-390, 2010.

GRANO, F. G.; HEINRICHS, R.; GUIMARÃES, F. B.; SILVA, V. R.; MACHADO, C. P.; RODRIGUES, B. S.; BARBOSA, M. F. C. Doses de nitrogênio e enxofre na produção de *Brachiaria decumbens*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBZ, 2005. CD-ROM.

GUIMARÃES JÚNIOR, R.; FERNANDES, F. D.; RAMOS, A. K. B.; CARVALHO, M. A.; OLIVEIRA, E. M. Concentração mineral de genótipos de *Brachiaria brizantha* cultivados em solo de cerrado. In: SIMPÓSIO NACIONAL CERRADO, 9., 2008, Brasília. **Anais...** Brasília, 2008. p.1-5.

HUE, N. V. Effects of organic acids/anions on phosphorus sorption and phytoavailability in soils with different mineralogies. **Soil Science**, v.152, p.463-471, 1991.



KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Uso da integração lavoura-pecuária na recuperação de pastagens. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p.185-223.

LANÇANOVA, J. A. C.; OLIVEIRA, M. D. A.; PACOLA, L. J.; VILELA, L. M. R.; FIGUEIREDO, L. A.; MALHEIROS, E. B.; SAMPAIO, A. A. M. Digestibilidade aparente da matéria seca, matéria orgânica e energia bruta e nutrientes digestíveis totais de uma ração completa para bovinos de diferentes grupos genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.897-903, 2001.

LANA, R. M. Q.; ASSIS, D. F.; SILVA, A. A.; LANA, A. M. Q.; GUIMARÃES, E. C.; BORGES, E. N. Alterações na produtividade e composição nutricional de uma pastagem após segundo ano de aplicação de diferentes doses de cama de frango. **Bioscience Journal**, v.26, n.2, p.249-256, 2010.

LIMA, J. J.; MATA, J. V. D.; PINHEIRO NETO, R. ; SCAPIM, C. A. Influência da adubação orgânica nas propriedades químicas de um Latossolo Vermelho distrófico e na produção de matéria seca de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Acta Science Agronomy**, v.29, supl., p.715-719, 2007.

MACEDO, M. C. M. Sistemas de produção animal em pasto nas savanas tropicais da América: limitações à sustentabilidade. In: REUNIÓN LATINOAMERICANA DE PRODUCCIÓN ANIMAL, 16., CONGRESO URUGUAYO DE PRODUCCIÓN ANIMAL, 3., Montevideo, 2000. **Anales...** Montevideo: Alpa, 2000.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

MARANHÃO, C. M. A.; SILVA, C. C. F.; BONOMO, P.; PIRES, A. J. V. Produção e composição bromatológica de duas cultivares de braquiária adubadas com nitrogênio e sua relação com o índice SPAD. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.31, n.2, p.117-122, 2009.

MCDOWELL, L. R. Minerals for grazing ruminants in tropical regions. In: ABREU, E. M. A. de; FERNANDES, A. R.; MARTINS, A. R. A.; RODRIGUES, T. E. Produção de forragem e valor nutritivo de espécies forrageiras sob condições de pastejo, em solo de várzea baixa do Rio Guamá. **Revista Acta Amazônica**, v.36, n.1, 2006.

MERTENS, D. R. FDN fisicamente efetivo e seu uso na formulação de dietas para vacas leiteiras. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE BOVINOCULTURA DE LEITE: Novos conceitos em nutrição, 2., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2001. p.38-49.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7. ed. Washington: National Academy of Science, 2000. 242 p. (Nutrient Requirements of Domestic Animals, 4).

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 7 ed., Washington: National Academy of Science, 2001.

PEREIRA, A. A.; BORGES, J. D.; LEANDRO, W. M. Metais pesados e microminerais no solo e em folhas de *Brachiaria decumbens* às margens de rodovias. **Bioscience Journal**, v.26, n.3, p.347-357, 2010.

PETREIRE, C.; ANGHINONI, I. Alteração de atributos químicos no perfil do solo pela calagem superficial em campo nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.25, p.885-895, 2001.

QUADROS, D. G.; RODRIGUES, L. R. A.; FAVORETTO, V.; MALHEIROS, E. B.; HERLING, V. R.; RAMOS, A. K. B. Componentes da produção de forragem em pastagens dos capins Tanzânia e Mombaça adubados com quatro doses de NPK. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.6, p.1333-1342, 2002.

\_\_\_\_\_. Valor nutritivo dos capins Tanzânia e Mombaça adubados com nitrogênio e sob lotação rotacionada. **Acta Scientiarum. Animal Science**, v. 28, n. 4, p. 385-392, 2006.

RODRIGUES, T. E.; BRASIL, E. C.; VIEGAS I. J. M. **Resultados analíticos de diferentes latossolos da Amazônia**. Belém: Embrapa - CPATU, 2007.

ROSA, B.; SOUZA, H.; RODRIGUES, K. F. Composição química do feno de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu tratado com diferentes proporções de uréia e água. **Ciência Animal Brasileira**, v.1, n.2, 2000.

SANTOS, L. C.; BONOMO, P.; SILVA, C. C. F.; PIRES, A. J. V.; VELOSO, C. M.; PATÊS, N. M. S. Produção e composição química da *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria decumbens* submetidas a diferentes adubações. **Ciência Animal Brasileira**, v.9, n.4, p.856-866, 2008.

SARRUGE, J. R.; HAAG, H. P. **Análise química em plantas**. Piracicaba: ESALQ, Departamento de Química, 1974. 56p.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de Alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3. ed. Viçosa: Imprensa Universitária da Universidade Federal de Viçosa. 2002.

SILVA, A. A **Potencialidade da recuperação de pastagem de *Brachiaria decumbens* fertilizada com camas de aviário e fontes minerais**. 2005. 166p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Universidade federal de Uberlândia, Uberlândia. 2005.

SILVA, T. R.; MENEZES, J. F. S.; SIMON, G. A.; SANTOS, C. J. L.; GONÇALVES JÚNIOR, D.; SANTOS, D. C. Fósforo em solo incubado com cama de frango. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE ANIMAIS USO DOS RESÍDUOS DA PRODUÇÃO ANIMAL COMO FERTILIZANTE, 1., 2009, Florianópolis, **Anais...** Florianópolis. p.285-289.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. eds. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2.ed. Brasília, Embrapa, 2004. 416p.

TOFOLI, R. C. Z. **Produção de matéria seca e absorção de macrominerais pelo braquiário, em função de níveis de saturação por bases do solo e fontes fosfatadas**. 2006. 84p. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, Belém. 2006.

VAN SOEST, P. J. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1994.

## CONCLUSÕES GERAIS

- O uso do resíduo orgânico pó de balão (PDB) aumenta a produção da massa de forragem de *Panicum maximum* cv. Mombaça e *Brachiaria humidicola* (quicuío-da-amazônia).
- A aplicação do PDB ao solo da pastagem altera algumas características bromatológicas dos capins mombaça e quicuío-da-amazônia, dentre elas, aumenta teores de PB e de MO e diminui os teores de FDA e seus constituintes fibrosos.
- Em decorrência da presença de metais pesados na composição do PDB, o risco de contaminação do solo, da forragem e, conseqüentemente, da cadeia alimentar pode limitar seu uso agrícola como adubo orgânico em pastagens. Dessa forma, estudos complementares devem ser desenvolvidos para avaliar esse risco.

# Anexos

Anexo 1 - Resumo da análise de variância da produção de massa de forragem e teor de macro e microminerais da gramínea *Panicum maximum* cv. Mombaça, em Castanhal, Pará.

| Fonte de Variação     | gl  | QM                |         |         |         |         |         |         |         |         |  |
|-----------------------|-----|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--|
|                       |     | Massa de Forragem |         |         |         |         |         |         |         |         |  |
|                       |     | N                 | P       | K       | Ca      | Mg      | Cu      | Mn      | Fe      | Zn      |  |
| Resíduo Orgânico (RO) | 1   | 26269ns           | 0,27ns  | 29105** | 31736** | 11536** | 0,00ns  | 50420ns | 75899ns | 16090ns |  |
| Nível Resíduo (NRO)   | 4   | 45451ns           | 13898*  | 11912ns | 28320*  | 0,75ns  | 0,27ns  | 49561ns | 11429ns | 62690ns |  |
| DoseP (DP)            | 3   | 12298ns           | 0,39ns  | 34500ns | 0,08ns  | 18764ns | 0,14ns  | 57905ns | 42279ns | 88937ns |  |
| RO x DP               | 3   | 102460ns          | 0,34ns  | 99776ns | 0,83ns  | 10509ns | 0,18ns  | 44618ns | 69448ns | 17493ns |  |
| DP x NRO              | 12  | 47492ns           | 0,48ns  | 54651ns | 0,74ns  | 0,28ns  | 0,15ns  | 47713ns | 31218ns | 33857ns |  |
| Bloco                 | 2   | 87322             | 43186   | 13449   | 17315   | 71939   | 20305   | 22639   | 74503   | 0,41    |  |
| Erro A                | 14  |                   |         |         |         |         |         |         |         |         |  |
| Período (Per)         | 3   | 94042**           | 10762** | 17194** | 18137** | 13624** | 22385** | 12611** | 53826** | 46917** |  |
| Per x RO              | 3   | 24995**           | 12904ns | 90013ns | 0,74ns  | 15519*  | 0,08ns  | 13139** | 17923** | 13814ns |  |
| Per x NRO             | 12  | 81857ns           | 0,79ns  | 34298ns | 14013ns | 0,33ns  | 0,27**  | 49710ns | 18346ns | 67899** |  |
| Per x DP              | 9   | 37920ns           | 0,67ns  | 34593ns | 10179ns | 0,39ns  | 0,07ns  | 52245ns | 36466ns | 11946ns |  |
| Per x DP x RO         | 9   | 52880ns           | 0,36ns  | 53024ns | 0,95ns  | 0,45ns  | 0,08 ns | 21874ns | 57246ns | 23977ns |  |
| Per x DP x NRO        | 36  | 27087ns           | 0,38ns  | 38172ns | 0,35ns  | 0,34ns  | 0,10ns  | 25576ns | 26638ns | 31743ns |  |
| Erro B                | 176 |                   |         |         |         |         |         |         |         |         |  |
| C. V. (%)             |     | 19,25             | 23,93   | 21,63   | 15,20   | 17,25   | 8,16    | 2,22    | 14,87   | 6,96    |  |

\*\* , \* Significativo a 1 e 5 % de probabilidade pelo teste F, respectivamente; ns: Não significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F. N: Nitrogênio; P: Fósforo, K: Potássio, Ca: Cálcio, Mg: Magnésio, Cu: Cobre, Mn: Manganês, Fe: Ferro, Zn: Zinco.

Anexo 2 - Resumo da análise de variância da composição bromatológica da gramínea *Panicum maximum* cv. Mombaça, em Castanhal, Pará.

| Fonte de Variação        | gl | QM      |         |         |         |         |         |         |         |         |  |
|--------------------------|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--|
|                          |    | MS      | MO      | MM      | PB      | FDN     | FDA     | LIG     | CEL     | HEM     |  |
| Resíduo Orgânico (RO)    | 1  | 16184ns | 29342*  | 15466ns | 12541ns | 23233ns | 69378ns | 25481** | 21504*  | 0,68ns  |  |
| Nível Resíduo (NRO)      | 2  | 16634ns | 0,18ns  | 0,08ns  | 0,62ns  | 56395ns | 79144ns | 11214ns | 13263*  | 55956ns |  |
| DoseP (DP)               | 1  | 12101ns | 0,06ns  | 0,06ns  | 11514ns | 65725ns | 29646ns | 11193ns | 61930ns | 10001ns |  |
| RO x DP                  | 1  | 89042ns | 0,13 ns | 0,04 ns | 0,94 ns | 11721ns | 10332ns | 0,02ns  | 31140ns | 94558ns |  |
| DP x NRO                 | 2  | 33069ns | 0,76ns  | 0,12ns  | 0,71ns  | 15898ns | 0,25ns  | 0,12ns  | 0,05ns  | 29743*  |  |
| Bloco                    | 1  | 96965   | 0,54    | 0,54    | 13325   | 55715   | 15356   | 0,04    | 16962   | 27144   |  |
| Erro A                   | 5  |         |         |         |         |         |         |         |         |         |  |
| Período (Per)            | 3  | 71361** | 37038** | 37038** | 87129** | 48143** | 11575** | 39829** | 64369** | 44266** |  |
| Per x RO                 | 3  | 39797** | 0,65ns  | 0,33    | 11948ns | 10907ns | 16807** | 0,28ns  | 19278** | 51497** |  |
| Per x NRO                | 6  | 36819ns | 0,77ns  | 0,57ns  | 23432** | 62189ns | 45473ns | 19985** | 71661*  | 16793ns |  |
| Per x DP                 | 3  | 75057ns | 0,34 ns | 0,34ns  | 0,72ns  | 30560ns | 55199ns | 0,09ns  | 48423ns | 43390ns |  |
| Per x DP x RO            | 3  | 18484ns | 0,04 ns | 0,14ns  | 0,31ns  | 36533ns | 31486ns | 0,43*   | 0,74ns  | 12752ns |  |
| Per x DP x NRO           | 6  | 27687ns | 0,21ns  | 0,33ns  | 13949ns | 83303ns | 22481ns | 0,10 ns | 19010ns | 92696ns |  |
| Parte da Planta (ParteP) | 1  | 25409ns | 52771** | 52771** | 27848ns | 11895** | 14535ns | 77963** | 11535ns | 13550** |  |
| ParteP x RO              | 1  | 10369ns | 0,17ns  | 0,14ns  | 75078** | 30963ns | 29203** | 0,66*   | 43880** | 46474ns |  |
| ParteP x NRO             | 2  | 71112ns | 17844ns | 0,05ns  | 0,23ns  | 16262ns | 32307ns | 0,66*   | 66564ns | 17577ns |  |
| ParteP x DP              | 1  | 16110ns | 0,02ns  | 0,03ns  | 0,68ns  | 20795ns | 42122ns | 31689** | 12597** | 25481ns |  |
| ParteP x DP x RO         | 1  | 22194ns | 0,88ns  | 0,66ns  | 0,37ns  | 30550ns | 0,48ns  | 0,10ns  | 0,17ns  | 50840ns |  |
| ParteP x DP x NRO        | 2  | 89071ns | 0,18ns  | 0,06ns  | 0,55ns  | 26892ns | 18543ns | 0,11 ns | 17120ns | 10731ns |  |
| ParteP x Per             | 3  | 34343** | 72131** | 72131** | 41192** | 14306ns | 45501ns | 15228** | 0,53ns  | 16409ns |  |
| ParteP x Per x RO        | 3  | 14313ns | 0,77ns  | 15482ns | 25551** | 86053ns | 80720ns | 14255** | 81425*  | 10054ns |  |
| ParteP x Per x NRO       | 6  | 30072ns | 0,33ns  | 0,93ns  | 0,29ns  | 14546ns | 0,80ns  | 0,77**  | 15275ns | 13555ns |  |
| ParteP x Per x DP        | 3  | 49985ns | 0,03ns  | 0,03ns  | 0,42ns  | 28304ns | 11601ns | 0,11ns  | 16132ns | 49826ns |  |
| ParteP x Per x DP x RO   | 3  | 94863ns | 0,54ns  | 0,53ns  | 19323ns | 13160ns | 85519ns | 0,18ns  | 12905*  | 0,62ns  |  |
| ParteP x Per x DP x NRO  | 6  | 44035ns | 0,25 ns | 0,36ns  | 0,91ns  | 54259ns | 36854ns | 0,15 ns | 38569ns | 58041ns |  |
| Erro B                   | 58 |         |         |         |         |         |         |         |         |         |  |
| C. V. (%)                |    | 23,95   | 0,80    | 12,30   | 11,60   | 5,25    | 5,03    | 6,54    | 5,78    | 11,21   |  |

\*\* , \* Significativo a 1 e 5 % de probabilidade pelo teste F, respectivamente; ns: Não significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F. MS: Matéria seca, MO: Matéria orgânica, MM: Matéria mineral, PB: Proteína bruta, FDN: Fibra em detergente neutro, FDA: Fibra em detergente ácido, LIG: Lignina, CEL: Celulose, HEM: Hemicelulose.

Anexo 3 - Resumo da análise de variância da produção de massa de forragem e teor de macro e microminerais da gramínea *Panicum maximum* cv. Mombaça, em Belém, Pará.

| Fonte de Variação     | gl | QM                |        |         |        |         |         |         |         |         |  |  |
|-----------------------|----|-------------------|--------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|--|--|
|                       |    | Massa de Forragem |        |         |        |         |         |         |         |         |  |  |
|                       |    | N                 | P      | K       | Ca     | Mg      | Cu      | Mn      | Fe      | Zn      |  |  |
| Resíduo orgânico (RO) | 1  | 0,91ns            | 0,06ns | 20238** | 0,48ns | 19110ns | 0,07ns  | 90844ns | 26493** | 62300ns |  |  |
| DoseN (DN)            | 3  | 0,67ns            | 0,30ns | 55729ns | 0,24ns | 0,46ns  | 0,20ns  | 64317ns | 92507ns | 54755ns |  |  |
| DoseP (DP)            | 3  | 0,06ns            | 0,05ns | 58925ns | 0,10ns | 0,19ns  | 0,90ns  | 30150ns | 86937ns | 91694*  |  |  |
| RO x DN               | 3  | 189*              | 0,18*  | 22077** | 0,06ns | 0,12ns  | 0,75ns  | 13249*  | 57111ns | 16599ns |  |  |
| RO x DP               | 3  | 0,04ns            | 0,01ns | 10190ns | 0,15ns | 0,29ns  | 0,98ns  | 26469ns | 10599ns | 14600ns |  |  |
| DP x DN               | 9  | 0,41ns            | 0,12ns | 37759ns | 0,15ns | 0,32ns  | 22413*  | 19131ns | 14248ns | 11369ns |  |  |
| RO x DN x DP          | 9  | 105               | 0,13ns | 58486ns | 0,08ns | 0,30ns  | 0,87 ns | 18802ns | 64012ns | 72118ns |  |  |
| Bloco                 | 1  | 0,80              | 0,00   | 0,17    | 0,01   | 0,002   | 73153   | 28031   | 38390   | 43594   |  |  |
| Erro                  | 95 |                   |        |         |        |         |         |         |         |         |  |  |
| C. V. (%)             |    | 3,84              | 16,04  | 16,55   | 8,50   | 12,77   | 14,22   | 11,56   | 23,01   | 23,53   |  |  |

\*\*, \* Significativo a 1 e 5 % de probabilidade pelo teste F, respectivamente; ns: Não significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F. N: Nitrogênio; P: Fósforo, K: Potássio, Ca: Cálcio, Mg: Magnésio, Cu: Cobre, Mn: Manganês, Fe: Ferro, Zn: Zinco.

Anexo 4 - Resumo da análise de variância da composição bromatológica da gramínea *Panicum maximum* cv. Mombaça, em Belém, Pará.

| Fonte de Variação     | gl | QM      |         |         |         |         |         |         |         |         |  |  |
|-----------------------|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--|--|
|                       |    | MS      | MO      | MM      | PB      | FDN     | FDA     | LIG     | CEL     | HEM     |  |  |
| Resíduo orgânico (RO) | 1  | 96668** | 11840*  | 11840*  | 10243ns | 42654ns | 67161ns | 0,15ns  | 48127ns | 79700ns |  |  |
| DoseN (DN)            | 3  | 12555** | 10527ns | 10527ns | 36629s  | 30228ns | 92477ns | 0,26ns  | 69983ns | 47006ns |  |  |
| DoseP (DP)            | 3  | 94338ns | 19197ns | 19197ns | 48426** | 18723ns | 31435** | 38502** | 39417** | 73909ns |  |  |
| RO x DN               | 3  | 34411ns | 0,45ns  | 0,45ns  | 39780ns | 88874ns | 10405ns | 0,17ns  | 12265ns | 96691ns |  |  |
| RO x DP               | 3  | 0,96ns  | 0,64ns  | 0,64ns  | 61884ns | 21713ns | 15832ns | 0,55ns  | 23734ns | 21533ns |  |  |
| DP x DN               | 9  | 13777ns | 19499ns | 19499ns | 10095ns | 14716ns | 75848ns | 0,54ns  | 70679ns | 28557ns |  |  |
| RO x DN x DP          | 9  | 17815ns | 0,62ns  | 0,62ns  | 45145ns | 88397ns | 41117ns | 0,61ns  | 57689ns | 89156ns |  |  |
| Bloco                 | 1  | 10904   | 10822   | 10822   | 0,59    | 55558   | 49252   | 0,00    | 47946   | 0,19    |  |  |
| Erro                  | 95 |         |         |         |         |         |         |         |         |         |  |  |
| C. V. (%)             |    | 21,77   | 13,26   | 1,12    | 12,7    | 6,69    | 6,46    | 10,64   | 8,23    | 15,37   |  |  |

\*\*, \* Significativo a 1 e 5 % de probabilidade pelo teste F, respectivamente; ns: Não significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F. MS: Matéria seca, MO: Matéria orgânica, MM: Matéria mineral, PB: Proteína bruta, FDN: Fibra em detergente neutro, FDA: Fibra em detergente ácido, LIG: Lignina, CEL: Celulose, HEM: Hemicelulose.



Anexo 5 - Resumo da análise de variância da produção de massa de forragem e teor de macro e microminerais da gramínea *Brachiaria humidicola*, em Castanhal, Pará.

| Fonte de Variação     | gl  | QM                |         |         |         |         |         |         |         |         |  |
|-----------------------|-----|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--|
|                       |     | Massa de Forragem |         |         |         |         |         |         |         |         |  |
|                       |     | N                 | P       | K       | Ca      | Mg      | Cu      | Mn      | Fe      | Zn      |  |
| Resíduo Orgânico (RO) | 1   | 13766ns           | 28106** | 13236** | 51017** | 93742** | 0,57*   | 54017ns | 57268** | 30487** |  |
| Nível Resíduo (NRO)   | 4   | 12654*            | 0,08ns  | 21878** | 0,51ns  | 10352*  | 0,19ns  | 74145ns | 46159ns | 59030ns |  |
| DoseP (DP)            | 3   | 38063ns           | 0,10ns  | 34892ns | 0,11ns  | 0,30ns  | 0,12ns  | 50608ns | 58195ns | 37322ns |  |
| RO x DP               | 3   | 39560ns           | 0,23ns  | 15948ns | 0,41ns  | 0,08ns  | 0,08ns  | 84783ns | 79946ns | 44056ns |  |
| DP x NRO              | 12  | 20379ns           | 0,10ns  | 18519ns | 0,13ns  | 0,14ns  | 0,19ns  | 50585ns | 66677ns | 53639ns |  |
| Bloco                 | 2   | 43208             | 10316   | 12787   | 36295   | 38587   | 19051   | 84006   | 29704   | 60382   |  |
| Erro A                | 14  |                   |         |         |         |         |         |         |         |         |  |
| Período (Per)         | 3   | 17060**           | 20661** | 59845** | 10975** | 13870** | 27717** | 92722** | 21233** | 13213** |  |
| Per x RO              | 3   | 11903ns           | 0,18 ns | 13661ns | 0,44ns  | 0,63ns  | 0,59**  | 25168ns | 22814** | 0,57ns  |  |
| Per x NRO             | 12  | 62839**           | 0,30ns  | 19876ns | 0,46ns  | 0,81**  | 0,11ns  | 64571ns | 22567ns | 83532ns |  |
| Per x DP              | 9   | 28843ns           | 0,08ns  | 14397ns | 0,14ns  | 0,38ns  | 0,10ns  | 10202ns | 29244ns | 56709ns |  |
| Per x DP x RO         | 9   | 15793ns           | 0,15ns  | 15737ns | 0,07 ns | 0,16ns  | 0,06ns  | 29021ns | 13011ns | 65990ns |  |
| Per x DP x NRO        | 36  | 25551ns           | 0,09ns  | 17687ns | 0,28ns  | 0,21ns  | 0,08ns  | 62353ns | 24550ns | 53056ns |  |
| Erro B                | 176 |                   |         |         |         |         |         |         |         |         |  |
| C. V. (%)             |     | 16,12             | 18,17   | 19,82   | 14,53   | 16,36   | 8,15    | 13,19   | 10,45   | 22,27   |  |

\*\* , \* Significativo a 1 e 5 % de probabilidade pelo teste F, respectivamente; ns: Não significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F. N: Nitrogênio; P: Fósforo, K: Potássio, Ca: Cálcio, Mg: Magnésio, Cu: Cobre, Mn: Manganês, Fe: Ferro, Zn: Zinco.

Anexo 6 - Resumo da análise de variância da composição bromatológica da graminéia *Brachiaria humidicola*, em Castanhal, Pará.

| Fonte de Variação        | gl | QM      |         |         |         |          |         |         |         |         |  |
|--------------------------|----|---------|---------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|--|
|                          |    | MS      | MO      | MM      | PB      | FDN      | FDA     | LIG     | CEL     | HEM     |  |
| Resíduo Orgânico (RO)    | 1  | 19852ns | 24725ns | 0,02ns  | 29357ns | 0,13ns   | 32090*  | 0,11 ns | 26362ns | 48136** |  |
| Nível Resíduo (NRO)      | 2  | 15111ns | 15104ns | 0,76ns  | 10929ns | 12271ns  | 45822ns | 0,17ns  | 54419ns | 11153ns |  |
| DoseP (DP)               | 1  | 28319ns | 0,91ns  | 0,91ns  | 36096ns | 0,09ns   | 0,06ns  | 0,10ns  | 0,01ns  | 0,05ns  |  |
| RO x DP                  | 1  | 12732ns | 13819ns | 16448ns | 0,48ns  | 0,25ns   | 41148ns | 0,23ns  | 48166ns | 0,20ns  |  |
| DP x NRO                 | 2  | 31575ns | 12175ns | 21850ns | 10216ns | 85328ns  | 13926ns | 0,26ns  | 38905ns | 16231ns |  |
| Bloco                    | 1  | 18937   | 21321   | 21321   | 29327   | 12640    | 0,11    | 0,31    | 12029   | 26091   |  |
| Erro A                   | 5  |         |         |         |         |          |         |         |         |         |  |
| Período (Per)            | 3  | 48239ns | 44122** | 44122** | 37375** | 16690**  | 24283** | 10882*  | 47462** | 16969** |  |
| Per x RO                 | 3  | 10712ns | 14490ns | 16406ns | 33199ns | 59884*   | 54818** | 0,43ns  | 49423** | 15174** |  |
| Per x NRO                | 6  | 10241ns | 0,74ns  | 12670ns | 0,62ns  | 12480ns  | 63923ns | 0,33ns  | 17405** | 34498ns |  |
| Per x DP                 | 3  | 17028ns | 0,69ns  | 0,69ns  | 0,48ns  | 70820ns  | 0,70ns  | 14549** | 43136ns | 10352ns |  |
| Per x DP x RO            | 3  | 37111** | 0,60ns  | 0,85 ns | 0,11ns  | 11381ns  | 19553ns | 0,82ns  | 46291ns | 15356ns |  |
| Per x DP x NRO           | 6  | 70061ns | 0,52ns  | 0,21ns  | 0,82ns  | 93915ns  | 20906ns | 0,38ns  | 98883ns | 43060ns |  |
| Parte da Planta (ParteP) | 1  | 12028** | 38720** | 38720** | 0,00ns  | 67483ns  | 14139** | 55132** | 84975ns | 58332ns |  |
| ParteP x RO              | 1  | 37001ns | 0,08ns  | 14684ns | 31578ns | 366261ns | 26426** | 0,02ns  | 24212ns | 17309ns |  |
| ParteP x NRO             | 2  | 10177ns | 11638ns | 0,63ns  | 19974ns | 0,97ns   | 34807** | 0,34ns  | 13704ns | 29860ns |  |
| ParteP x DP              | 1  | 77008ns | 0,23ns  | 0,23ns  | 0,14ns  | 58953ns  | 0,04ns  | 0,00ns  | 0,00ns  | 30211ns |  |
| ParteP x DP x RO         | 1  | 13659ns | 0,20ns  | 0,00ns  | 18109ns | 0,08ns   | 0,03ns  | 0,38ns  | 0,17ns  | 34142ns |  |
| ParteP x DP x NRO        | 2  | 40380** | 11393ns | 14420ns | 24205ns | 52698ns  | 0,88ns  | 0,10ns  | 47006ns | 10373ns |  |
| ParteP x Per             | 3  | 30971** | 0,36 ns | 0,36ns  | 18990** | 24073ns  | 30109** | 59738** | 10523** | 96321** |  |
| ParteP x Per x RO        | 3  | 96153ns | 11613ns | 0,35ns  | 0,24ns  | 28005ns  | 73680** | 0,45ns  | 76667** | 12154** |  |
| ParteP x Per x NRO       | 6  | 37530ns | 17495ns | 11904ns | 0,69ns  | 15671ns  | 46854ns | 0,31ns  | 10285ns | 58102ns |  |
| ParteP x Per x DP        | 3  | 25838** | 0,31ns  | 0,31ns  | 17618ns | 67521ns  | 30091ns | 0,09ns  | 29731ns | 51127ns |  |
| ParteP x Per x DP x RO   | 3  | 18166ns | 0,12ns  | 0,98ns  | 0,55ns  | 10219ns  | 23002ns | 0,04ns  | 20683ns | 31126ns |  |
| ParteP x Per x DP x NRO  | 6  | 24123ns | 0,93 ns | 0,78ns  | 27218ns | 22807ns  | 24019ns | 0,12ns  | 71881ns | 15866ns |  |
| Erro B                   | 58 |         |         |         |         |          |         |         |         |         |  |
| C. V. (%)                |    | 19,22   | 0,96    | 15,52   | 12,07   | 6,35     | 4,8     | 9,22    | 7,67    | 15,52   |  |

\*\* , \* Significativo a 1 e 5 % de probabilidade pelo teste F, respectivamente; ns: Não significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F. MS: Matéria seca, MO: Matéria orgânica, MM: Matéria mineral, PB: Proteína mineral, FDN: Fibra em detergente neutro, FDA: Fibra em detergente ácido, LIG: Lignina, CEL: Celulose, HEM: Hemicelulose.

Anexo 7 - Resumo da análise de variância da produção de massa de forragem e teor de macro e microminerais da gramínea *Brachiaria humidicola*, em Belém, Pará.

| Fonte de Variação     | gl | QM       |         |        |         |         |        |         |         |         |         |  |
|-----------------------|----|----------|---------|--------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|--|
|                       |    | Biomassa | N       | P      | K       | Ca      | Mg     | Cu      | Mn      | Fe      | Zn      |  |
| Resíduo orgânico (RO) | 1  | 13455**  | 17578ns | 0,94ns | 0,19ns  | 10753** | 0,35ns | 53628ns | 19453** | 51257ns | 12720ns |  |
| DoseN (DN)            | 3  | 81445ns  | 11953ns | 0,21ns | 44244ns | 0,07ns  | 0,09ns | 39247ns | 23890*  | 10675ns | 73724ns |  |
| DoseP (DP)            | 3  | 14915ns  | 32861ns | 0,38ns | 95703ns | 10740ns | 0,15ns | 0,94ns  | 98007ns | 88369** | 42562ns |  |
| RO x DN               | 3  | 49153**  | 38828ns | 0,04ns | 0,25ns  | 0,17ns  | 0,14ns | 19589ns | 11028ns | 87844ns | 90438ns |  |
| RO x DP               | 3  | 85286ns  | 93828ns | 0,04ns | 49036ns | 0,14ns  | 0,63ns | 11667ns | 25959*  | 37869ns | 13788*  |  |
| DP x DN               | 9  | 30230ns  | 16459ns | 0,12ns | 35633ns | 0,72ns  | 0,13ns | 0,57ns  | 15104*  | 18731ns | 74628*  |  |
| RO x DNx DP           | 9  | 31618ns  | 67855ns | 0,18ns | 0,82ns  | 0,38ns  | 0,11ns | 0,43ns  | 18141** | 30689ns | 45348ns |  |
| Bloco                 | 1  | 48828    | 0,00    | 0,00   | 0,38    | 0,59    | 0,64   | 10695   | 21945   | 25878   | 0,03    |  |
| Erro                  | 95 |          |         |        |         |         |        |         |         |         |         |  |
| C. V. (%)             |    | 30,39    | 17,1    | 29,11  | 13,37   | 20,54   | 14,29  | 24,45   | 4,28    | 7,97    | 5,69    |  |

\*\* , \* Significativo a 1 e 5 % de probabilidade pelo teste F, respectivamente; ns: Não significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F. N: Nitrogênio; P: Fósforo, K: Potássio, Ca: Cálcio, Mg: Magnésio, Cu: Cobre, Mn: Manganês, Fe: Ferro, Zn: Zinco.

Anexo 8 - Resumo da análise de variância da composição bromatológica da gramínea *Brachiaria humidicola*, em Belém, Pará.

| Fonte de Variação     | gl | QM      |         |         |         |         |         |        |         |         |  |  |
|-----------------------|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|--|--|
|                       |    | MS      | MO      | MM      | PB      | FDN     | FDA     | LIG    | CEL     | HEM     |  |  |
| Resíduo orgânico (RO) | 1  | 95461** | 29520** | 27630** | 18135ns | 33294** | 31830*  | 0,14ns | 36188*  | 57071** |  |  |
| DoseN (DN)            | 3  | 34774*  | 12148ns | 14555ns | 11476ns | 59759ns | 21613ns | 0,22ns | 31665ns | 65499ns |  |  |
| DoseP (DP)            | 3  | 18528ns | 20949ns | 18233ns | 60406ns | 11323ns | 63997ns | 0,46ns | 35531ns | 33432ns |  |  |
| RO x DN               | 3  | 31596*  | 0,46ns  | 0,13ns  | 46729ns | 26855ns | 0,78ns  | 0,38ns | 0,83ns  | 20523ns |  |  |
| RO x DP               | 3  | 57249ns | 11363ns | 0,89ns  | 66371ns | 11713ns | 59696ns | 16005* | 95428ns | 10464ns |  |  |
| DP x DN               | 9  | 37311ns | 11236ns | 12075ns | 17114ns | 59976ns | 46152ns | 0,33ns | 59038ns | 12051ns |  |  |
| RO x DNx DP           | 9  | 28112ns | 0,61ns  | 0,54ns  | 21799ns | 11924ns | 77852ns | 0,58ns | 62449ns | 25653ns |  |  |
| Bloco                 | 1  | 67344   | 0,29    | 0,13    | 0,38    | 24420   | 0,27    | 0,07   | 0,65    | 10512   |  |  |
| Erro                  | 95 |         |         |         |         |         |         |        |         |         |  |  |
| C. V. (%)             |    | 9,22    | 1,21    | 14,66   | 21,31   | 8,07    | 6,86    | 10,01  | 8,6     | 23,30   |  |  |

\*\* , \* Significativo a 1 e 5 % de probabilidade pelo teste F, respectivamente; ns: Não significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F. MS: Matéria seca, MO: Matéria orgânica, MM: Matéria mineral, PB: Proteína bruta, FDN: Fibra em detergente neutro, FDA: Fibra em detergente ácido, LIG: Lignina, CEL: Celulose, HEM: Hemicelulose.