

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**

**LUIZ FERNANDO MONTRUCCHIO BOND**

**APLICAÇÃO DE RESÍDUO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS EM PASTAGEM  
ESTIVAL: SEUS EFEITOS NO SOLO E PLANTA**

**CURITIBA  
2009**

**LUIZ FERNANDO MONTRUCCHIO BOND**

**APLICAÇÃO DE RESÍDUO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS EM PASTAGEM  
ESTIVAL: SEUS EFEITOS NO SOLO E PLANTA**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia, Curso de Mestrado em Ciências do Solo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos Vargas Motta.

Co-Orientadores: Prof<sup>a</sup> Dra. Beatriz Monte Serrat.

CURITIBA  
2009

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

LUIZ FERNANDO MONTRUCCHIO BOND

### **APLICAÇÃO DE RESÍDUO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS EM PASTAGEM ESTIVAL: SEUS EFEITOS NO SOLO E PLANTA**

Tese aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Curso de Pós- Graduação em Ciência do Solo, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

Orientador: Prof. Ph.D. Antônio Carlos Vargas Motta  
Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, UFPR

Prof. Dr. Sebastião Brasil Campos Lustosa  
Universidade Estadual do Centro-Oeste, Departamento de  
Agronomia, Campus Guarapuava

Prof. Dr. Volnei Pauletti  
Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, UFPR

Prof. Dra. Fabiane Machado Vezzani  
Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, UFPR

Curitiba, 30 de Abril de 2009.

## **Agradeço**

A Deus

Aos meus pais pela paciência e apoio para a realização deste curso

A Universidade Federal do Paraná, ao Setor de Ciências Agrárias, ao Departamento de Solos e Engenharia Agrícola e ao Curso de Pós- Graduação em Ciências do Solo.

Especialmente pela atenção e dedicação dos meus orientadores Prof Dr. Antonio Carlos Vargas Motta e Prof<sup>a</sup>. Dra. Beatriz Monte Serrat

Aos colegas que ajudaram na realização deste trabalho, em especial ao colega André Faé Giostri, Herlon Nadolny, Maisa de Andrade, Carla Ferreira, Dona Helda e Willian pela ajuda na coleta de dados e análises.

A todos os familiares e amigos que de alguma forma contribuíram para essa conquista.

## RESUMO

A geração cada vez maior de resíduos provenientes das atividades antrópicas constituem uma fonte de problema, no que tange aonde descartá-lo sem causar sérios impactos ambientais e/ou como reutilizá-lo de maneira acertada. Algumas empresas com essa preocupação ambiental, como a Novozymes Latin América LTDA, vem aplicando seus resíduos na agricultura como maneira de lhe dar um novo destino. Entretanto o estabelecimento da dose recomendada para diferentes condições de solo se torna um desafio. Com objetivo de fornecer informações a esse respeito, foi estudado um resíduo líquido da produção de enzimas, chamado Novogro, elucidando seu impacto na disponibilidade de nutrientes no solo e a sua relação com a produtividade e nutrição de um campo nativo melhorado com hermartria. Novogro foi neutralizado pela adição de cal hidratada e estocado por algumas semanas antes de ser aplicado. Instalou-se um experimento em Fazenda Rio Grande, em Cambissolo Háplico. Foram aplicadas manualmente cinco doses de Novogro (0, 45, 90, 135 e 180 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) sobre a pastagem em agosto de 2006. Amostragens de solo foram realizadas em quatro épocas e quatro profundidades (0-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm) no período de dois anos, para se analisar pH CaCl<sub>2</sub>, pH SMP, acidez trocável (Al), capacidade tampão a pH 7 (H+Al), bases trocáveis (Ca, Mg), K e P disponíveis (Mehlich I), soma de bases (SB), C orgânico, CTC (pH 7,0), saturação de bases (V%), saturação de alumínio (m%). Também foram feitos cinco cortes da pastagem para obtenção da produção de matéria seca e a determinação de N, P, K, Ca e Mg. Sendo a análise estatística feita por regressão. Os resultados indicam que o crescimento da forrageira foi fortemente influenciado por Novogro, com incrementos lineares. A produção de matéria seca acumulada saltou de 4,4 para 11,6 Mg ha<sup>-1</sup>, com a aplicação de 180 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, após um ano. Também houve um aumento dos teores de N, K, P e diminuição da relação C/N do tecido vegetal enquanto os teores de C permaneceram inalterados. Os teores de Ca no tecido vegetal também permaneceram sem diferença entre os tratamentos apesar de Novogro apresentar grandes quantidades de CaO. Os teores encontrados de C, N, P, K no tecido vegetal são considerados adequados para forrageiras, já para Ca observou-se teores baixos no primeiro ano e adequados no segundo, não tendo sido constatado nenhum sinal de deficiência para qualquer nutriente. Novogro atuou na redução da acidez do solo através da elevação dos pH's, Ca, Mg, V% e pela diminuição dos níveis Al, (H+Al), m%. Também houve a elevação de K e P disponíveis no solo pela ação do resíduo. De maneira geral as maiores mudanças nos aspectos químicos do solo ocorreram na camada superficial de 0-10 cm. Houve, por conseguinte, a melhoria na qualidade do solo e quantidade de nutrientes foliares, como também o aumento na produção de matéria seca face ao aumento no fornecimento de nutrientes às plantas.

Palavras Chaves: Resíduo Industrial. Hermartria. Carbono. Adubação.

## ABSTRACT

The increasing generation of waste from human activities can be a source of problem, since it needs an adequate destination in order to cause the least environmental impacts. Some companies with environmental concern, such as Novozymes Latin America LTDA, is applying its waste in agriculture as a way to give it a new destination. However the establishment of the recommended rate for different soil condition is a challenge. In order to provide information in this regard, we studied the application of liquid residue from enzyme production, called Novogro, on native grassland improved with hermartria to determine the impact on plant yield and nutrition as well as the soil chemistry. The Novogro was neutralized by addition of Ca and Mg oxide and stored by many weeks before application. The experiment was conducted at Fazenda Rio Grande, in a low fertility Cambissolo. Five Novogro rates (0, 45, 90, 135 and 180 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) were applied manually over grass in august 2006. Then, soil samples were taken by four times and four depths (0-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm) in two years, to analyze soil pH CaCl<sub>2</sub>, pH SMP, exchangeable acidity (Al), buffer capacity until pH 7 (H+Al), exchangeable base (Ca, Mg), available K and P (Mehlich I), sum of bases (SB), organic C, CTC (pH 7,0), base saturation (V%), aluminum saturation (m%). The pasture received five cuts to obtain dry matter yield and to determine the content of N, P, K, Ca and Mg. Statistical analysis was performed by regression. The results indicated that plant growth was strongly affected by Novogro application with linear increments. The accumulated dry matter yield passed from 4,4 to 11,6 Mg ha<sup>-1</sup>, for 180 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> application, after one year. Also, there was an enhancement for N, P and K in plant and a decrease of C/N ratio while the levels of C remained unchanged. The Ca content in plant tissue was not affected despite the abundance of this element in Novogro. The C, N, P and K concentration were considered normal for fodder. However, Ca concentration was low for the first year and adequate in the second one, no signs of deficiency was saw for any element. The Novogro application reduced soil acidity by increasing pHs, Ca, Mg, V% and decreasing Al, (H+Al), m%. Also, the K and P availability were positively affected by Novogro application. In general, the major changes in soil chemical properties were concentrated within 0-10 cm soil layer. There was therefore the improvement in soil quality, in the amount of leaf nutrients and also the increase in dry matter production with the increase in the supply of nutrients to plants.

Keywords: Industrial waste. Hermartria. Carbon. Fertilization.

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1</b> - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA ÁREA EXPERIMENTAL .....	25
<b>FIGURA 2</b> - PRODUTIVIDADE DE MATÉRIA SECA PARA A PRIMEIRA, SEGUNDA E TERCEIRA COLETA; REALIZADAS NO PRIMEIRO ANO DO EXPERIMENTO; E QUARTA E QUINTA COLETA; REALIZADAS NO SEGUNDO ANO DE EXPERIMENTO; EM PASTAGEM NATURALIZADA COM HERMARTRIA, SUBMETIDA A DOSES DE NOVOGRO(RESÍDUO LÍQUIDO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS), NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE, PARANÁ .....	30
<b>FIGURA 3</b> - TEORES DE C NO TECIDO VEGETAL PARA A PRIMEIRA, SEGUNDA E TERCEIRA COLETA; REALIZADAS NO PRIMEIRO ANO DO EXPERIMENTO; E QUARTA E QUINTA COLETA; REALIZADAS NO SEGUNDO ANO DE EXPERIMENTO; EM PASTAGEM NATURALIZADA COM HERMARTRIA, SUBMETIDA A DOSES DE NOVOGRO(RESÍDUO LÍQUIDO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS), NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE, PARANÁ .....	31
<b>FIGURA 4</b> - FIXAÇÃO DE C NO PRIMEIRO E SEGUNDO ANO; NA PARTE AÉREA DE PASTAGEM NATURALIZADA COM HERMARTRIA, SUBMETIDA A DOSES DE NOVOGRO(RESÍDUO LÍQUIDO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS), NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE, PARANÁ .....	32
<b>FIGURA 5</b> - TEORES DE N NO TECIDO VEGETAL PARA A PRIMEIRA, SEGUNDA E TERCEIRA COLETA; REALIZADAS NO PRIMEIRO ANO DO EXPERIMENTO; E QUARTA E QUINTA COLETA; REALIZADAS NO SEGUNDO ANO DE EXPERIMENTO; EM PASTAGEM NATURALIZADA COM HERMARTRIA, SUBMETIDA A DOSES DE NOVOGRO (RESÍDUO LÍQUIDO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS), NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE, PARANÁ .....	33
<b>FIGURA 6</b> - EXTRAÇÃO DE N NO PRIMEIRO E SEGUNDO ANO; EM PASTAGEM NATURALIZADA COM HERMARTRIA, SUBMETIDA A DOSES DE NOVOGRO (RESÍDUO LÍQUIDO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS), NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE, PARANÁ .....	34

**FIGURA 7** - CONVERSÃO DE N EM PROTEÍNA BRUTA NO PRIMEIRO E SEGUNDO ANO; EM PASTAGEM NATURALIZADA COM HERMARTRIA, SUBMETIDA A DOSES DE NOVOGRO (RESÍDUO LÍQUIDO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS), NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE, PARANÁ

35

**FIGURA 8** - RELAÇÃO C/N NO TECIDO VEGETAL PARA A PRIMEIRA, SEGUNDA E TERCEIRA COLETA; REALIZADAS NO PRIMEIRO ANO DO EXPERIMENTO; E QUARTA E QUINTA COLETA; REALIZADAS NO SEGUNDO ANO DE EXPERIMENTO; EM PASTAGEM NATURALIZADA COM HERMARTRIA, SUBMETIDA A DOSES DE NOVOGRO (RESÍDUO LÍQUIDO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS), NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE, PARANÁ

36

**FIGURA 9** - CONTEÚDO DE P NO TECIDO VEGETAL PARA A PRIMEIRA, SEGUNDA E TERCEIRA COLETA; REALIZADAS NO PRIMEIRO ANO DO EXPERIMENTO; E QUARTA E QUINTA COLETA; REALIZADAS NO SEGUNDO ANO DE EXPERIMENTO; EM PASTAGEM NATURALIZADA COM HERMARTRIA, SUBMETIDA A DOSES DE NOVOGRO (RESÍDUO LÍQUIDO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS), NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE, PARANÁ

37

**FIGURA 10** - EXTRAÇÃO DE P NO PRIMEIRO E SEGUNDO ANO; EM PASTAGEM NATURALIZADA COM HERMARTRIA, SUBMETIDA A DOSES DE NOVOGRO (RESÍDUO LÍQUIDO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS), NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE, PARANÁ

39

**FIGURA 11** - CONTEÚDO DE K NO TECIDO VEGETAL PARA A PRIMEIRA, SEGUNDA E TERCEIRA COLETA; REALIZADAS NO PRIMEIRO ANO DO EXPERIMENTO; E QUARTA E QUINTA COLETA; REALIZADAS NO SEGUNDO ANO DE EXPERIMENTO; EM PASTAGEM NATURALIZADA COM HERMARTRIA, SUBMETIDA A DOSES DE NOVOGRO (RESÍDUO LÍQUIDO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS), NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE, PARANÁ

40

**FIGURA 12** - EXTRAÇÃO DE K NO PRIMEIRO E SEGUNDO ANO; EM PASTAGEM NATURALIZADA COM HERMARTRIA, SUBMETIDA A DOSES DE



NOVOGRO (RESÍDUO LÍQUIDO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS), NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE, PARANÁ .....	41
<b>FIGURA 13</b> - TEORES DE CA NO TECIDO VEGETAL PARA A PRIMEIRA, SEGUNDA E TERCEIRA COLETA; REALIZADAS NO PRIMEIRO ANO DO EXPERIMENTO; E QUARTA E QUINTA COLETA; REALIZADAS NO SEGUNDO ANO DE EXPERIMENTO; EM PASTAGEM NATURALIZADA COM HERMARTRIA, SUBMETIDA A DOSES DE NOVOGRO (RESÍDUO LÍQUIDO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS), NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE, PARANÁ .....	42
<b>FIGURA 14</b> - EXTRAÇÃO DE CA NO PRIMEIRO E SEGUNDO ANO; EM PASTAGEM NATURALIZADA COM HERMARTRIA, SUBMETIDA A DOSES DE NOVOGRO (RESÍDUO LÍQUIDO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS), NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE, PARANÁ .....	44
<b>FIGURA 15</b> - TEORES DE MG PARA A QUARTA E QUINTA COLETA; REALIZADAS NO SEGUNDO ANO DO EXPERIMENTO; EM PASTAGEM NATURALIZADA COM HERMARTRIA, SUBMETIDA A DOSES DE NOVOGRO (RESÍDUO LÍQUIDO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS), NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE, PARANÁ .....	45
<b>FIGURA 16</b> - EXTRAÇÃO DE MG NO SEGUNDO ANO; EM PASTAGEM NATURALIZADA COM HERMARTRIA, SUBMETIDA A DOSES DE NOVOGRO (RESÍDUO LÍQUIDO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS), NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE, PARANÁ .....	46
<b>FIGURA 17</b> - PH $CaCl_2$ DO SOLO; NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES, SUBMETIDA A DOSES DE NOVOGRO(RESÍDUO LÍQUIDO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS), NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE, PARANÁ .....	49
<b>FIGURA 18</b> - PH SMP DO SOLO; NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES, SUBMETIDA A DOSES DE NOVOGRO(RESÍDUO LÍQUIDO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS), NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE, PARANÁ .....	50
<b>FIGURA 19</b> - TEOR DE ALUMÍNIO NO SOLO; NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES, SUBMETIDA A DOSES DE NOVOGRO(RESÍDUO LÍQUIDO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS), NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE, PARANÁ .....	51

<b>FIGURA 20</b> - TEOR DE HIDROGÊNIO + ALUMÍNIO NO SOLO; NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES, SUBMETIDA A DOSES DE NOVOGRO(RESÍDUO LÍQUIDO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS), NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE, PARANÁ .....	52
<b>FIGURA 21</b> - TEOR DE CÁLCIO NO SOLO; NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES, SUBMETIDA A DOSES DE NOVOGRO(RESÍDUO LÍQUIDO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS), NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE, PARANÁ .....	54
<b>FIGURA 22</b> - TEOR DE MAGNÉSIO NO SOLO; NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES, SUBMETIDA A DOSES DE NOVOGRO(RESÍDUO LÍQUIDO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS), NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE, PARANÁ .....	55
<b>FIGURA 23</b> - TEOR DE POTÁSSIO NO SOLO; NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES, SUBMETIDA A DOSES DE NOVOGRO(RESÍDUO LÍQUIDO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS), NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE, PARANÁ .....	57
<b>FIGURA 24</b> - SOMA DE BASES DO SOLO; NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES, SUBMETIDA A DOSES DE NOVOGRO(RESÍDUO LÍQUIDO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS), NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE, PARANÁ .....	58
<b>FIGURA 25</b> - CTC DO SOLO; NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES, SUBMETIDA A DOSES DE NOVOGRO(RESÍDUO LÍQUIDO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS), NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE, PARANÁ .....	59
<b>FIGURA 26</b> - SATURAÇÃO DE BASES DO SOLO; NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES, SUBMETIDA A DOSES DE NOVOGRO(RESÍDUO LÍQUIDO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS), NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE, PARANÁ .....	61
<b>FIGURA 27</b> - TEOR DE FÓSFORO DISPONÍVEL NO SOLO; NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES, SUBMETIDA A DOSES DE NOVOGRO(RESÍDUO LÍQUIDO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS), NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE, PARANÁ .....	63
<b>FIGURA 28</b> - TEOR DE CARBONO NO SOLO; NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES, SUBMETIDA A DOSES DE NOVOGRO(RESÍDUO LÍQUIDO	

DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS), NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE,  
PARANÁ ..... 64

**FIGURA 29** - SATURAÇÃO POR ALUMÍNIO NO SOLO; NAS DIFERENTES  
PROFUNDIDADES, SUBMETIDA A DOSES DE NOVOGRO(RESÍDUO LÍQUIDO  
DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS), NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE,  
PARANÁ ..... 65

**LISTA DE TABELAS**

<b>TABELA 1</b> - PORCENTAGEM DE POTÁSSIO E MAGNÉSIO NA M.S. PARA O FORNECIMENTO ADEQUADO DESTES NUTRIENTES EM DIFERENTES CLASSES DE EXIGÊNCIA EM BOVINOS DE CORTE .....	19
<b>TABELA 2</b> - QUANTIDADE DE FÓSFORO E CÁLCIO REQUERIDOS PARA O FORNECIMENTO ADEQUADO DESTES NUTRIENTES EM DIFERENTES CLASSES DE EXIGÊNCIA EM BOVINOS DE CORTE .....	19
<b>TABELA 3</b> - FAIXAS ADEQUADAS DE SUFICIÊNCIA DE MACRONUTRIENTES NO TECIDO FOLIAR PARA GRAMÍNEAS DO GRUPO III .....	20
<b>TABELA 4</b> - SUGESTÃO DE VALORES PARA QUE OS PARÂMETROS ESTEJAM ACIMA DE NÍVEIS CONSIDERADOS MÉDIOS NO SOLO .....	20
<b>TABELA 5</b> - ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO NA ÁREA DO ESTUDO, ANTES DA INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO, NA PROFUNDIDADE DE 0-20 CM .....	23
<b>TABELA 6</b> - ANÁLISE QUÍMICA DA ÁGUA RESIDUAL DE INDÚSTRIA DE ENZIMAS(NOVOGRO) .....	24
<b>TABELA 7</b> - VALORES MÉDIOS DE PRODUÇÃO DE M.S. NA PASTAGEM SOB DOSES CRESCENTES DE NOVOGRO, NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE .....	28
<b>TABELA 8</b> - PORCENTAGEM DE AMOSTRAS DE PASTAGEM QUE NÃO ATINGEM O TEOR MÍNIMO DE FÓSFORO REQUERIDO PARA BOVINOS, EM EXPERIMENTO COM PASTAGEM NATURALIZADA COM HERMARTRIA E APLICAÇÃO DE NOVOGRO, EM FAZENDA RIO GRANDE .....	38
<b>TABELA 9</b> - QUADRO RESUMO DOS RESULTADOS OBTIDOS PARA OS DIFERENTES PARÂMETROS E PROFUNDIDADES DO SOLO .....	46

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	15
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b>	17
2.1 Pastagem	17
2.2 Teores de Nutrientes nas Pastagens	19
2.3 Resposta das Pastagens ao Uso de Adubo e Resíduos	20
<b>3.2 MATERIAIS E MÉTODOS</b>	23
3.2.1 Localização	23
3.2.2 Solo	23
3.2.3 Inativação da Biomassa Novogro® Phytase	23
3.2.4 Área Experimental	24
3.2.5 Aplicação do Resíduo	25
3.2.6 Coleta e Análise de Solo	26
3.2.7 Coleta e Análise da Pastagem	26
3.2.8 Análise Estatística	27
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	28
4.1 TECIDO VEGETAL	28
4.1.1 Produtividade	28
4.1.2 Carbono	30
4.1.3 Nitrogênio e Proteína Bruta	32
4.1.4 Relação C/N	35
4.1.5 Fósforo	36
4.1.6 Potássio	39
4.1.7 Cálcio	41
4.1.8 Magnésio	44
4.2 SOLO	46
4.2.1 pH CaCl <sub>2</sub>	47
4.2.2 pH SMP	49
4.2.3 Alumínio	50
4.2.4 Hidrogênio + Alumínio	51
4.2.5 Cálcio	52
4.2.6 Magnésio	54
4.2.7 Potássio	55
4.2.8 Soma de Bases	57
4.2.9 T (CTC à pH 7,0)	58
4.2.10 Saturação por Bases (V%)	59
4.2.11 Fósforo Disponível	61
4.2.12 Carbono Orgânico do Solo	63
4.2.13 Saturação por Alumínio (m%)	64

<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	66
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	67

## 1. INTRODUÇÃO

No cenário atual há uma grande preocupação com a utilização de bens de consumo não renováveis consorciado a uma preocupação ambiental crescente. Procuram-se alternativas para uso de formas renováveis, materiais menos poluentes e a reciclagem toma papel destaque.

Já existem diversas empresas conferindo outros usos aos seus resíduos, tornando um problema ambiental em potencial na solução para outros setores da economia. Começa assim o que se idealiza como um meio de produção sustentável. Dá-se remuneração ao que ia ser descartado e reutiliza-se em outro lugar da cadeia produtiva, diminuindo-se o impacto ao meio ambiente.

Entretanto essas iniciativas são ainda muito tímidas, principalmente a nível de Brasil, e quando presentes muitas vezes não apresentam o suporte científico necessário. Isso na agricultura leva à determinação de doses empíricas, para o fornecimento de nutrientes as culturas; podendo levar a quadros que variam desde deficiência de nutricional em uma extremidade até a contaminação de lençóis freáticos e cursos de água pela sobre carga de nutrientes na outra extremidade, sem contar com o constante risco de contaminação por patógenos e metais pesados gerando problemas ambientais ainda mais graves. Por conseguinte se faz necessário um estudo do material a ser reutilizado, para o fornecimento de informações técnicas pertinentes à determinação de doses e formas de uso.

No presente trabalho, foi feito um estudo da biomassa Novogro proveniente de processos de fermentação da indústria de enzimas na produção de Proteases. Este apresenta altos teores de nitrogênio e fósforo, além de K, Ca, Mg e micronutrientes; havendo assim grande potencial de utilização agrícola; uma vez que na sua constituição se encontram poucos atributos impactantes ao ambiente (CAVALLET *et al.*, 2006). Além disso, apresenta poder de neutralização da acidez, pelo fato de Novogro ser tratado com cal hidratado para a inativação de microorganismos, funcionando como fertilizante e corretivo (ROVEDA *et al.*, 2007).

As pastagens nativas e até mesmo as cultivadas, apresentam um elevado potencial para uso de resíduos dado sua dimensão em termo de área, facilidade e época de aplicação. Existem aproximadamente 197.000.000 de hectares de pastagem permanente no Brasil (IBGE, 2003), com 5.735.095 de hectares no Paraná com pastagem natural segundo censo agropecuário (IBGE, 2006). Segundo

Correa, Scheffer-Basso e Fontaneli (2006) os campos nativos sempre foram considerados improdutivos, principalmente pela sua forte estacionalidade, implicando na perda de peso dos animais em pastejo devido à pequena ou nula produção no outono/inverno. Embora existam opções para uma melhor exploração econômica da pecuária, predomina a forma tradicional extensiva com aproveitamento de pastagens naturais. Obtendo-se uma baixa produtividade quer pela baixa disponibilidade de forragem durante todo o ano, devido a períodos de estiagem e geadas quer pela baixa fertilidade natural dos solos.

Segundo Agostini e Kaminski (1976) comumente os ruminantes em pastejo dependem da quantidade e qualidade da forragem que consomem para o suprimento dos minerais essenciais à manutenção, desempenho produtivo e reprodutivo. O baixo consumo e/ou o inadequado teor de minerais nas forragens terão efeitos adversos na fertilidade animal, no ganho de peso, na produção de leite e lã e de maneira geral na saúde dos indivíduos.

Tendo assim o presente trabalho, o objetivo de avaliar os efeitos da aplicação de Novogro no solo e nas plantas. Propiciando meios ao fornecimento de um suporte técnico científico na determinação da quantidade de biomassa Novogro necessária para a correção do solo, bem como no fornecimento adequado de nutrientes às plantas e, por conseguinte, aos animais.

Os objetivos específicos foram avaliar no solo o efeito inicial e residual referentes ao pH  $\text{CaCl}_2$ , pH SMP, H+Al, Al, Ca, Mg, K, P, C, m%, T, SB, V%. Já no tecido vegetal procurou-se analisar os teores de C, N, K, Ca, Mg e P; e relacioná-los às necessidades das plantas e dos animais.



## 2. REVISÃO DE LITERATURA

Neste momento da história mundial o problema a ser enfrentado e superado é a recuperação das áreas degradadas, de modo a devolvê-las ao sistema produtivo, assim como desenvolver sistemas de produção que permitam o aumento da produtividade sem a degradação do ambiente, promovendo preferencialmente a ciclagem e a destinação de resíduos (MELO *et al.*, 2000). Isso pode ser feito, por exemplo, através do processo de fertirrigação onde uma água residuária pode ser utilizada na agricultura com o objetivo básico de reciclá-la, aproveitando o seu valor fertilizante para as plantas. A água residuária pode ser de origem industrial ou derivada da produção pecuária e de outros sistemas de produção da área rural; sua utilização agrícola deve ser adequadamente monitorada para que os atributos que caracterizam valor fertilizante para as plantas não acarretem contaminação ambiental (ISHERWOOD, 1999).

### 2.1 PASTAGEM

Existem aproximadamente 197 milhões de hectares de pastagens permanentes no Brasil (IBGE, 2003), com 5.735.095 de hectares no Paraná com pastagem natural segundo censo agropecuário (IBGE, 2006). No Paraná os invernos são frios, com geadas mais ou menos freqüentes, constituindo uma das limitações mais sérias a criação nos campos naturais, como acontece em todo sul do Brasil. Os solos, em todas as zonas de pastagem nativas do Sul do Paraná, apresentam estrutura leve, fáceis de serem trabalhados, e são de baixa fertilidade natural (SHREINER, 1991).

Dado as características de solo e clima, os campos nativos sempre foram considerados improdutivos, principalmente pela sua forte estacionalidade, implicando na perda de peso dos animais em pastejo devido à pequena ou nula produção no outono/inverno (CORREA, SCHEFFER-BASSO E FONTANELI, 2006). Embora existam opções para uma melhor exploração econômica da pecuária, predomina a forma tradicional extensiva com aproveitamento de pastagens naturais. Obtendo-se uma baixa produtividade quer pela baixa disponibilidade de forragem

durante todo o ano, devido a períodos de estiagem e geadas quer pela baixa fertilidade natural dos solos.

As pastagens naturais vêm sendo pesquisadas no sul do Brasil, principalmente no estado do Rio Grande do Sul dado a extensão e importância na produção de carne, lã e leite. Há uma grande variabilidade de tipos de solos e climas que determinam uma grande variação nas produtividades das pastagens nativas. Damé *et al.*(1999) constataram uma produtividade média anual de 3.000 kg ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup> ou até menor de matéria seca(M.S.) nas pastagens naturais no Sul do Brasil. Produções próximas a 4000 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, foram também obtidas por Durigon *et al.*(2002), Correa, Scheffer-Basso e Fontaneli (2006) e Gatiboni *et al.*(2000). No planalto médio do Rio Grande do Sul, Siewerdt, Nunes e Silveira Júnior(1995) relataram uma produtividade de 5348 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Avaliando pastagem sobre um Planossolo, Cunha *et al.*(2001) observaram uma produção de matéria seca de 4516 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Os dados confirmam o baixo potencial produtivo das pastagens nativas sem manejo. Contudo Alvim *et al.*(1999) ao utilizar pastagem de alto potencial (Tifton 85) e adubação nitrogenada em Minas Gerais, constatou produções de M.S. chegando à 23,1 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> aplicando até 600 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N e utilizando um maior intervalo de corte. Isso mostra a grande resposta que as forrageiras apresentam ao serem adubadas, bem como a diferença de potencial produtivo entre elas.

Além da produtividade de matéria seca da pastagem outro fator que merece atenção para a nutrição animal é a concentração dos nutrientes na mesma. Visto que, os ruminantes em pastejo dependem quase que exclusivamente da quantidade e qualidade da forragem que consomem para o suprimento dos minerais essenciais seguindo uma ordem hierárquica sendo à manutenção, prioritariamente, desenvolvimento reprodutivo e produtivo. Ao haver baixo consumo ou inadequado teor de minerais nas forragens ocorrerão efeitos adversos em diversas características desejáveis dos animais, como na fertilidade animal, ganho de peso, produção de leite, produção de lã e até mesmo na saúde dos indivíduos (AGOSTINI E KAMINSKI, 1976).

Por tanto para que os animais possam expressar o seu potencial genético para a produção de carne ou leite, devem ser atendidas as suas exigências nutricionais. As exigências nutricionais são calculadas de acordo com o nível e estágio de produção, sexo, raça, condição fisiológica (relacionada a um

funcionamento normal das suas funções) e corporal. Somente se os nutrientes estiverem presentes em quantidade superiores aos requerimentos, eles podem ser armazenados como gordura ou usados para o ganho de peso (NOLLER, NASCIMENTO JUNIOR E QUEIROZ, 1996). Segundo o National Research Council (1996) a necessidade de ingestão de nutrientes para bovinos é:

TABELA 1. PORCENTAGEM DE POTÁSSIO E MAGNÉSIO NA M.S. PARA O FORNECIMENTO ADEQUADO DESTES NUTRIENTES EM DIFERENTES CLASSES DE EXIGÊNCIA EM BOVINOS DE CORTE

Nutriente	Crescimento	Gestante	Lactante
	% de nutriente na M.S.		
Potássio	0,60	0,60	0,70
Mg	0,10	0,12	0,20

FONTE: National Research Council (1996)

TABELA 2. QUANTIDADE DE FÓSFORO E CÁLCIO REQUERIDOS PARA O FORNECIMENTO ADEQUADO DESTES NUTRIENTES EM DIFERENTES CLASSES DE EXIGÊNCIA EM BOVINOS DE CORTE

Nutriente	Mantença	Crescimento	Lactação
	mg kg <sup>-1</sup> de peso vivo	g 100g <sup>-1</sup> de proteína adicional - em adição a manutenção	g kg <sup>-1</sup> de leite produzido - em adição a manutenção
Fósforo	3,9	3,9	0,95
Cálcio	15,4	7,1	1,23

FONTE: National Research Council (1996)

A carência nutricional de um ou mais nutrientes nos solos dos campos nativos tem proporcionado elevada resposta a aplicação de nutriente na forma de esterco. Durigon *et al.*(2002) obtiveram respostas com 28 aplicações de esterco líquido de suíno sobre pastagem natural durante quatro anos, houve aumento de 44 e 70% na produção de MS aos 3 meses; e de 109 e 155% ao final de 48 meses nas doses de 20 e 40 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>/corte, respectivamente, em comparação a pastagem testemunha. Correa, Scheffer-Basso e Fontaneli (2006) também obtiveram resposta significativa positiva com a aplicação de fertilizantes em pastagem natural.

## 2.2 TEORES DE NUTRIENTES NAS PASTAGENS

Para uma boa produção de forragem tanto em termos de quantidade quanto de qualidade é necessário que sejam mantidos níveis médios ou altos de nutrientes nos solos para que possa haver a absorção destes nas quantidades requeridas pela planta, mantendo assim níveis adequados no tecido vegetal (TABELA 03 e 04). Uma forragem com nutrição adequada dispensa muitas vezes a suplementação animal mais adiante. Infelizmente é uma prática pouco utilizada atualmente pelos agricultores, mas que proporcionaria grande retorno econômico.

TABELA 3. FAIXAS ADEQUADAS DE SUFICIÊNCIA DE MACRONUTRIENTES NO TECIDO FOLIAR PARA GRAMÍNEAS DO GRUPO III

Nutrientes	Tecido Vegetal
	g.kg <sup>-1</sup>
N	12 à 22
P	1 à 3
K	12 à 25
Ca	2 à 6
Mg	1,5 à 4

FONTE: Boletim Técnico, 100, IAC (1997)

TABELA 4. SUGESTÃO DE VALORES PARA QUE OS PARÂMETROS ESTEJAM ACIMA DE NÍVEIS CONSIDERADOS MÉDIOS NO SOLO

Atributos		Níveis no Solo
pH em CaCl <sub>2</sub>		> 5,4
pH em SMP		>6,0
Al <sup>+3</sup>		<1,0
Ca <sup>+2</sup>		>2
Mg <sup>+2</sup>	cmolc.dm <sup>-3</sup>	>0,4
K <sup>+</sup>		>0,15
T		>5
C	g.dm <sup>-3</sup>	>8
P Mehlich	argila >40%	>6
	argila 40 à 25%	>8
	argila <25%	>12
P Resina		>15
m%		<20
V%	%	>40

FONTE: Adaptado da Comissão de Fertilidade do Solo-RS/SC (1994)

### 2.3 RESPOSTA DAS PASTAGENS AO USO DE ADUBO E RESÍDUOS

Apresenta-se aqui alguns dos resíduos que foram e ainda são pesquisados com o objetivo de melhorar a qualidade do solo e da biota que este sustenta, seja esta de enfoque econômico ou de recuperação de áreas degradadas. Propiciando assim uma alternativa quanto ao destino dos biossólidos.

Em alguns casos, a utilização de resíduos industriais no solo pode ser recomendada pelo valor corretivo da acidez que eles apresentam e pela capacidade da macro e microbiota do solo em decompor os materiais orgânicos. É necessário, entretanto, estudar as alterações nas propriedades do solo e a resposta das plantas, para avaliar o potencial fertilizante dos resíduos bem como a existência de efeitos negativos como a salinização, o acúmulo de metais e a lixiviação de nitratos. Para a cultura do milho, a utilização de lodo resultante do tratamento primário da água residuária da indústria de curtume apresentou potencial em corrigir a acidez do solo e, desta forma, substituir o calcário agrícola (FERREIRA *et al.*, 2003).

Por isso a grande importância de se estudar o resíduo antes de usá-lo. Sabe-se assim seu potencial e seus limites, possibilitando o uso adequado deste. Traz-se então benefícios tanto ao meio ambiente como aos seres que nele interagem.

Dentre vários tipos de água residuária de origem industrial, a oriunda de processos de fermentação, como a água residuária da indústria de enzimas, tem potencial de utilização agrícola, uma vez que, na sua constituição, se encontram poucos atributos impactantes ao ambiente. Assim, a água residuária da indústria de enzimas obtida por processos fermentativos se constitui de partículas sólidas dos substratos das fermentações, por auxiliares de filtração e pela biomassa microbiana. Assume-se, em razão da sua composição, que a água residuária da indústria de enzimas apresenta valor fertilizante para solos agrícolas, em que o nitrogênio é o nutriente encontrado em menor quantidade, devido à natureza protéica dos substratos; sendo que 90% do nutriente se encontra na forma orgânica. Parte do fósforo também tem origem orgânica e o potássio ocorre em forma solúvel em água (LARSEN, FUNCH E HAMILTON, 1992). Ao estudar o efeito da utilização de água residuária da indústria de enzimas no solo, Cavallet *et al.* (1993, 2003, 2006) em experimentos de campo, observaram melhoria da fertilidade do solo, que se refletiu em aumento na produtividade de grãos de feijão (*Phaseolus vulgaris*), milho (*Zea mays*, var. AG303) e tubérculos de batata (*Solanum tuberosum*). Em adição, foi observado aumento na produção de matéria seca na cultura de inverno (aveia preta

e aveia preta+ nabo forrageiro) por Roveda *et al.*(2007), mostrando a existência de um efeito residual.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 LOCALIZAÇÃO

O experimento foi instalado em uma propriedade particular no município de Fazenda Rio Grande, região metropolitana de Curitiba. Localizado no Primeiro Planalto Paranaense nas coordenadas 24°16'56,71" de latitude Sul e 51°28'32,91 de longitude Oeste.

O clima da região, segundo a classificação climática de Köppen, pertence ao tipo Cfb, subtropical mesotérmico, úmido, sem estação seca, com verões frescos. As temperaturas dos meses mais frios variam entre -3 °C e 18 °C, e temperaturas nos meses mais quentes entre 10 °C e 34 °C. A região não apresenta estação seca definida, com pluviosidade anual entre 1600 a 1800 mm. A umidade relativa média do ar encontra-se entre 70 e 80% (IAPAR, 2000).

#### 3.2 SOLO

O experimento foi instalado sobre um Cambissolo Háplico Tb Distrófico, segundo o sistema de classificação da EMBRAPA (2006). Amostra de solo foi coletada na área experimental em 11/07/2006 na camada de 0-20 cm, antes da implantação do ensaio, sendo os resultado da análise apresentados na tabela 5.

TABELA 5. ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO NA ÁREA DO ESTUDO, ANTES DA INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO, NA PROFUNDIDADE DE 0-20 CM

pH	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	P	C	Argila
CaCl <sub>2</sub>	----- cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----					mg dm <sup>-3</sup>	g dm <sup>-3</sup>	g kg <sup>-1</sup>	
4,15	1,29	12,2	1,32	0,65	0,11	0,06	2,4	34,1	350

#### 3.3 INATIVAÇÃO DA BIOMASSA NOVOGRO<sup>®</sup> PHYTASE

A Biomassa NOVOGRO<sup>®</sup> Phytase utilizada neste estudo foi caracterizada como um resíduo de origem biológica. Antes de ser liberada para o campo passou por processo de tratamento para eliminação de patógenos e inativação da enzima,

utilizando-se cal hidratada  $[\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Mg}(\text{OH})_2]$ . Após um período de 24 h, alíquotas foram cultivadas e a liberação do produto para aplicação só ocorreu mediante resultados negativos de crescimento devidamente conferidos pelo serviço de controle de qualidade da empresa. As características químicas do resíduo podem ser observadas na tabela 6.

TABELA 6. ANÁLISE QUÍMICA DA ÁGUA RESIDUAL DE INDÚSTRIA DE ENZIMAS(NOVOGRO)

Parâmetro	Teores
Alumínio	0,38 mg.kg <sup>-1</sup>
Boro	6,3 mg.kg <sup>-1</sup>
Cádmio	0,370 mg.kg <sup>-1</sup>
Cálcio	17,39 g.100g <sup>-1</sup>
Carbono orgânico	3,46 g.100g <sup>-1</sup>
Carbono total	18,96 g.100g <sup>-1</sup>
Chumbo	1,56 Em nível 5,0 mg.kg <sup>-1</sup>
Cloretos	9667 mg.kg <sup>-1</sup>
Cobre	3,7 Em nível 2,0 mg.kg <sup>-1</sup>
Cromo total	0,5 Em nível 1,0 mg.kg <sup>-1</sup>
Ferro total	136,5 mg.kg <sup>-1</sup>
Fósforo total	4,43 g.100g <sup>-1</sup>
Magnésio	10,66 g.100g <sup>-1</sup>
Manganês	20,1 Em nível 0,2 mg.kg <sup>-1</sup>
Matéria orgânica total	32,61 g.100g <sup>-1</sup>
Níquel	0,885 Em nível 0,5 mg.kg <sup>-1</sup>
Nitrogênio amoniacal	3,36 g.100g <sup>-1</sup>
Nitrogênio nítrico	330 mg.kg <sup>-1</sup>
Nitrogênio total	6,51 g.100g <sup>-1</sup>
pH	12,88
Potássio	0,3 mg.kg <sup>-1</sup>
Relação C orgânico/ N total	0,94
Relação C total/ N total	2,91
Sódio	1,18 g.100g <sup>-1</sup>
Sólidos totais fixos 110°C	126,87 g.100g <sup>-1</sup>
Sólidos totais fixos 550°C	94,26 g.100g <sup>-1</sup>
Zinco	6,15 mg.kg <sup>-1</sup>

### 3.4 ÁREA EXPERIMENTAL

A área apresenta um relevo ondulado com altitude média de 900 m (IAPAR, 1994), coberta com campo nativo não adubado, havendo o predomínio de gramíneas, pastejadas em sistema extensivo com bovinos e eqüinos.

O experimento foi instalado em uma área de aproximadamente dois hectares, onde foram introduzidas mudas de hermartria em linha. Demarcaram-se quatro



blocos e cada bloco com cinco parcelas correspondente às doses do resíduo, por meio de estacas de madeira, totalizando 20 parcelas (FIGURA 1). O bloco era composto de cinco parcelas de 7 x 15 m.

	<b>Bloco I</b>	<b>Bloco II</b>
<b>F A Z E N D A  D A  P U C</b>	<b>90 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup></b>	<b>0 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup></b>
	<b>135 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup></b>	<b>180 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup></b>
	<b>180 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup></b>	<b>90 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup></b>
	<b>0 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup></b>	<b>135 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup></b>
	<b>45 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup></b>	<b>45 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup></b>
	<b>90 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup></b>	<b>45 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup></b>
	<b>135 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup></b>	<b>135 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup></b>
	<b>0 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup></b>	<b>0 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup></b>
	<b>180 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup></b>	<b>90 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup></b>
	<b>45 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup></b>	<b>180 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup></b>
	<b>Bloco III</b>	<b>Bloco IV</b>

FIGURA 1. REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA ÁREA EXPERIMENTAL

### 3.5 APLICAÇÃO DO RESÍDUO

Os tratamentos foram compostos por cinco doses de NOVOGRO<sup>®</sup>, equivalentes a 0, 45, 90, 135 e 180 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, originada da fabricação da enzima Fitase. A escolha das doses teve por objetivo aplicar a dose máxima recomendada pela empresa Novozymes de 90 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, uma dose abaixo e duas superiores à recomendada a fim de verificar possíveis efeitos tóxicos de doses elevadas.

A aplicação de NOVOGRO<sup>®</sup> Fitase foi realizada manualmente com regadores, nos dias 3 e 4 de agosto de 2006. O resíduo foi colocado em reservatório de 1000 dm<sup>3</sup> e continuamente agitado para manter o produto em suspensão. Em seguida, com auxílio de regadores, foi realizada a distribuição em cada parcela. As parcelas foram subdivididas em faixas durante a aplicação, com intuito de diminuir o risco de

sobreposição de aplicação. Na maior dose foi aplicada a metade do volume, esperando que houvesse completa infiltração, e então aplicado à outra metade, com a finalidade de diminuir o escoamento superficial.

Uma segunda aplicação de 60 m<sup>3</sup> foi realizada em toda área, em 15 de agosto de 2007. Foi utilizado um tanque de 5000 dm<sup>3</sup> e um aplicador tipo leque para espalhar o resíduo líquido sobre a superfície.

### 3.6 COLETA E ANÁLISE DE SOLO

Realizou-se 4 amostragens de solo, aos 34, 132, 216 e 336 dias após a primeira aplicação de Novogro, nas profundidades de 0-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm. O solo foi coletado com o auxílio de um trado tipo holandês em quinze pontos de cada parcela para compor uma amostra composta. O solo foi seco ao ar e passado em peneira de 2 mm, para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA). Em seguida realizou-se análise química de pH CaCl<sub>2</sub>, pH SMP, Al, H+Al, Ca, Mg, K, P, C, m%, SB, T e V% do solo no laboratório de fertilidade da UFPR, segundo a metodologia descrita por Marques e Motta (2003) para pH CaCl<sub>2</sub>, pH SMP, Al, H+Al, Ca, Mg, K; e P por Mehlich I. Enquanto a determinação de C foi realizada de acordo com o método colorimétrico adaptado de Quaggio e Raij (1979).

### 3.7 COLETA E ANÁLISE DA PASTAGEM

A biomassa da pastagem foi avaliada em 5 amostragens, aos 58, 128, 233 e 300, 496 dias após a primeira aplicação de Novogro. Não foram realizadas coletas no outono/inverno, porque a produção de forragem nessas estações foi praticamente nula. Amostras de folhas verdes, em uma área de 0,25 m<sup>2</sup>, foram coletadas aleatoriamente de quatro pontos em cada parcela, perfazendo 1 m<sup>2</sup>. Em cada local foi cortado todo o material da planta com altura superior a 2 cm. Logo após o restante da parcela recebeu corte para homogeneização da altura da forrageira, através de roçadeira e/ou pastejo, sendo todo o resíduo tirado da parcela. O material amostrado foi levado para o laboratório e pesado para a obtenção da massa úmida, em seguida o material foi lavado com água corrente e água deionizada e colocado para secar em estufa a 65 °C com circulação de ar forçado, para obtenção da massa

seca. Realizou-se a análise química de C, N, P, K, Ca e Mg do material coletado de acordo com a metodologia descrita por Reissman e Martins (2007).

### 3.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos dos 5 tratamentos em 4 blocos distintos e casualizados foram estudados através da análise de regressão, observando-se assim a tendência da curva, quando esta significativa. A análise estatística foi realizada por meio do programa estatístico chamado ASSISTAT.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Tecido Vegetal

#### 4.1.1 Produtividade

As produtividades acumuladas na pastagem naturalizada com hermartria foram de 4357 e 4287 kg ha<sup>-1</sup> de matéria seca, para o primeiro e segundo ano respectivamente, sem a aplicação de Novogro. Similar potencial produtivo é observado para pastagens nativas do sul do Brasil, próximos a 4000 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (DURIGON *et al.*, 2002; CORREA, SCHEFFER-BASSO E FONTANELI, 2006; GATIBONI *et al.*, 2000). Os dados confirmam o baixo potencial produtivo das pastagens nativas sem manejo, não sendo suficiente para manter uma unidade animal por hectare por ano, visto que ao considerar um aproveitamento da pastagem de 50 % seriam necessários cerca de 9000 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de MS.

Quando adubadas com Novogro, as produtividades acumuladas na pastagem naturalizada com hermartria, no primeiro ano, atingiu valor máximo de 11642 kg ha<sup>-1</sup> de matéria seca, conforme tabela 7. Os acréscimos obtidos neste trabalho ficam próximos aos obtidos por Durigon *et al.*(2002) em pastagem nativa no período primavera-verão no Rio Grande do Sul quando do uso de esterco líquido de suínos na dose 40m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, que passou de 3955 e 10312 kg ha<sup>-1</sup> de matéria seca. Contudo as produtividade ficaram muito abaixo da obtida por Alvim *et al.*(1999) que constataram produções de M.S. de 23,1 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> em pastagem de alto potencial (Tifton 85 – *Cynodon sp.*) em Minas Gerais, quando adubada com 600 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N.

TABELA 7 – VALORES MÉDIOS DE PRODUÇÃO DE M.S. NA PASTAGEM SOB DOSES CRESCENTES DE NOVOGRO, NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE

Dose m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	1 ano				2 ano			Acumulado (2 anos)
	Corte			Acumulado	corte		Acumulado	
	1	2	3		4	5		
	kg ha <sup>-1</sup>							
0	206,0	975,5	3175,3	4356,8	1730,8	2556,1	4286,9	8643,7
45	374,0	2103,6	4085,1	6562,7	2660,1	2624,8	5284,9	11847,6

90	421,7	3117,9	4668,4	8208,0	2069,5	2818,4	4887,9	13095,9
135	468,4	4293,8	6408,3	11170,5	2537,2	3012,9	5550,1	16720,6
180	440,7	5064,7	6136,6	11642,0	2028,6	3154,6	5183,2	16825,2

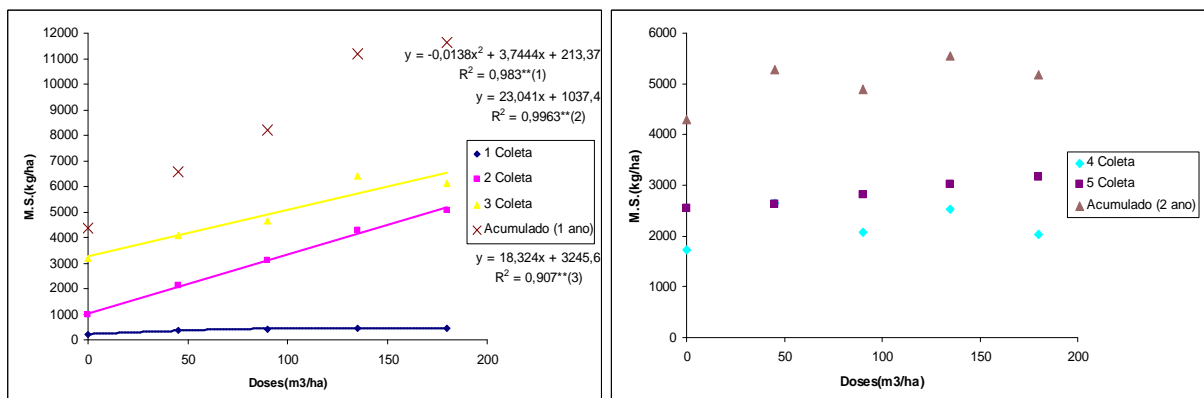
Pode-se verificar uma resposta linear e positiva na produção de matéria seca com quantidades crescentes de Novogro (FIGURA 2), para a segunda e terceira coleta da pastagem. Corroborando com os resultados obtidos nesse trabalho, Durigon *et al.*(2002) constataram acréscimos lineares ao aplicar esterco líquido de suíno em pastagem nativa no Rio Grande do Sul. Ausência de resposta para o primeiro corte pode estar associada ao pequeno intervalo de tempo envolvido entre a aplicação de Novogro e o corte da pastagem, somada a falta de condições climáticas adequadas para o desenvolvimento das plantas no período, embora fosse nítida a mudança de cor na pastagem. Já na quarta e quinta coleta, não foi verificada diferença entre os tratamentos, apesar de ter se obtido produtividades maiores que as presentes na primeira coleta. Isso, provavelmente, se deve ao baixo efeito residual do produto, aliado ao fato de ter sido feita uma segunda aplicação deste, à partir da quarta coleta do presente trabalho, mas dessa vez em quantidades iguais de  $60\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$  em todos os tratamentos.

Assim, Novogro se provou prontamente disponível às plantas e com um baixo efeito residual no solo, refletindo em aumento da oferta de forragem ao gado enquanto seus efeitos benéficos persistirem (FIGURA 2). Ainda, resposta linear até dose de  $180 \text{m}^3 \text{ha}^{-1}$  indica possibilidade de uso de maior dose.

O uso de Novogro propiciou um aumento acumulado de matéria seca de aproximadamente  $41 \text{kg m}^{-3}$  de Novogro aplicado, correspondendo ao somatório de 18 e  $23 \text{kg m}^{-3}$  para o segundo e terceiro cortes, respectivamente (FIGURA 2). Indicando que pode-se duplicar a produtividade da pastagem com aproximadamente  $100 \text{m}^3$  de Novogro. Corroborando com os resultados aqui obtidos, resposta ao uso da biomassa na cultura de inverno com aveia em plantio convencional e aveia mais nabo forrageiro em plantio direto, em solo de alta fertilidade, proporcionou aumentos médios de MS de  $20 \text{kg ha}^{-1}$  nas áreas que receberam Novogro, em ambos os sistemas, equivalendo a um aumento superior a 39% na produção de matéria seca (ROVEDA *et al.*, 2007). Aumento de aproximadamente  $60 \text{kg de MS m}^{-3}$  de esterco líquido de suíno aplicado foi obtido por Durigon *et al.*(2002) em pastagem nativa do Rio Grande do Sul, e uma produção de  $186 \text{kg ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$  foi obtida por Quadros *et*

al.(2002) utilizando-se de uma dose padrão por ele empregada de acordo com concentrações de NPK na MS da parte aérea utilizando-se de capim Mombaça e Tanzânia, sugerindo que Novogro tenha menor poder de fornecimento de nutrientes e necessite de maior dose. Já Correa, Scheffer-Basso e Fontaneli (2006) constatou um aumento de  $13,4 \text{ kg MS kg}^{-1}$  de N aplicado em pastagem nativa do Rio Grande do Sul, o que significou a duplicação da produtividade com uso de  $200 \text{ kg ha}^{-1}$  de N.

A baixa fertilidade do solo utilizado, com baixo nível de P e elevada acidez, são fatores que contribuíram para o grande aumento obtido na produtividade da pastagem quando feita a adubação com Novogro. Mas, certamente, o N deve ser o elemento de maior importância, dado ao rápido crescimento e mudança na cor das plantas, embora o solo em uso apresente elevado teor de matéria orgânica. Em muitos casos o elevado teor de matéria orgânica no solo não tem sido uma fonte confiável no suprimento de N para pastagem cultivada na região estudada (MAZZA *et al.*, 2008).



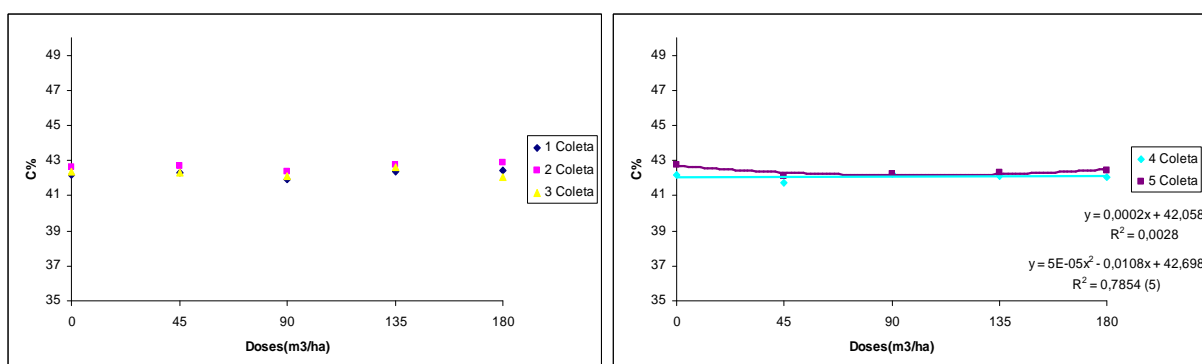
\* Os números entre parênteses marcam a amostragem das quais as regressões se referem.

FIGURA 2. PRODUTIVIDADE DE MATÉRIA SECA PARA A PRIMEIRA, SEGUNDA E TERCEIRA COLETA; REALIZADAS NO PRIMEIRO ANO DO EXPERIMENTO; E QUARTA E QUINTA COLETA; REALIZADAS NO SEGUNDO ANO DE EXPERIMENTO; EM PASTAGEM NATURALIZADA COM HERMARTRIA, SUBMETIDA A DOSES DE NOVOGRO (RESÍDUO LÍQUIDO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS), NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE, PARANÁ

#### 4.1.2 Carbono

Os teores de C das plantas encontravam-se dentro de faixas de variação normais encontradas em forrageiras, próximos aos 40% encontrados por Mazza *et al.*(2008). Lembrando da dificuldade de precisar uma faixa, devido à

heterogeneidade existente em pastagens naturais. Apesar da grande variação na produtividade obtida não houve variação no teor de C para os quatro primeiros cortes. Houve variações significativas dos teores de C na quinta coleta de plantas (FIGURA 3). Entretanto essas variações são pequenas, com uma amplitude máxima de 1,12 pontos percentuais, com o valor mínimo sendo 417,5 e o valor máximo 428,7 g kg<sup>-1</sup>. Ausência de variação no teor de C em pastagem mesmo com grandes variações de produção, foi observada também por Mazza *et al.*(2008), sugerindo que esta característica da planta seja pouco sujeita ao efeito do manejo. Ainda, estas diferenças por serem muito pequenas provavelmente não indicam grandes diferenças dos principais componentes orgânicos da planta, como lignina, celulose, hemicelulose e outros, e não implica em conseqüências maiores e relevantes a produção ou mesmo à digestibilidade da matéria seca pelo gado.

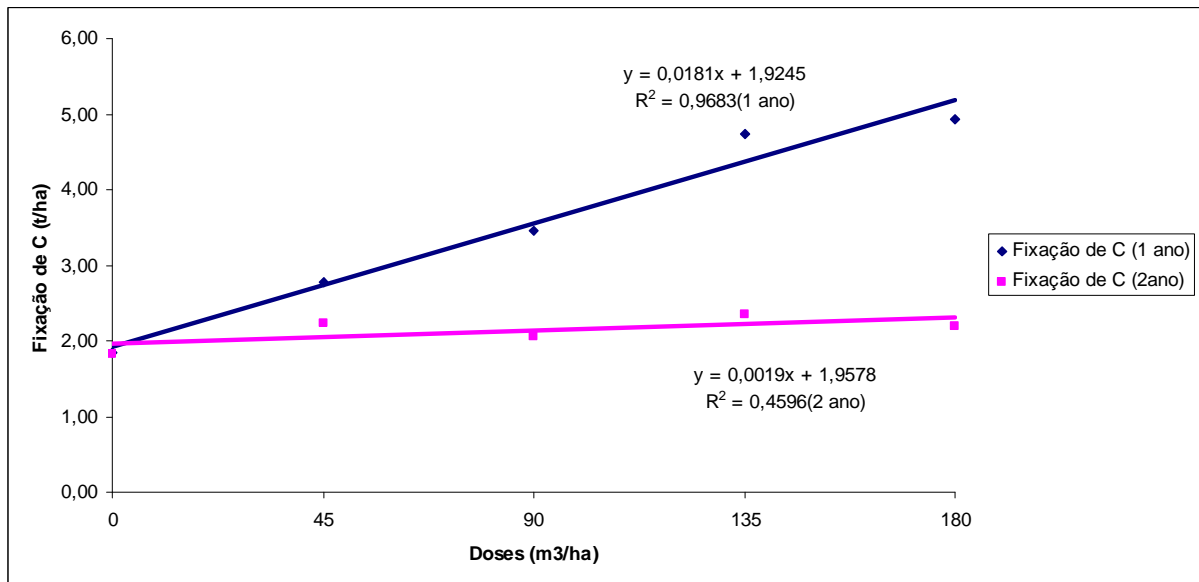


\* Os números entre parênteses marcam a amostragem das quais as regressões se referem.

FIGURA 3. TEORES DE C NO TECIDO VEGETAL PARA A PRIMEIRA, SEGUNDA E TERCEIRA COLETA; REALIZADAS NO PRIMEIRO ANO DO EXPERIMENTO; E QUARTA E QUINTA COLETA; REALIZADAS NO SEGUNDO ANO DE EXPERIMENTO; EM PASTAGEM NATURALIZADA COM HERMARTRIA, SUBMETIDA A DOSES DE NOVOGRO(RESÍDUO LÍQUIDO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS), NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE, PARANÁ

Embora não tenha ocorrido variação no teor de C na pastagem, houve um aumento do seqüestro de carbono por área com a aplicação de Novogro, dado pelo aumento na produção de matéria seca (FIGURA 4). Cada m<sup>3</sup> de Novogro gerou um acréscimo de 18 kg ha<sup>-1</sup> de C apenas na parte aérea no primeiro ano e de 20 kg ha<sup>-1</sup> de C nos dois anos, confirmando a importância da produtividade no aumento de seqüestro de C (MAZZA *et al.*, 2008). Como o acréscimo de C no solo pode estar associado à quantidade de resíduo deixado tanto na superfície do solo (HAVLIN *et al.*, 1990; COSTA, 2007 e COSTA *et al.*, 2008) e o deixado no solo pelo crescimento radicular, é provável que ao longo dos anos a maior quantidade de resíduos vegetais

nas áreas com Novogro venha a elevar o teor de matéria orgânica no solo, dado, principalmente, à contribuição do sistema radicular. Acréscimo no teor de matéria orgânica em função do aumento da produtividade com uso de adubação nitrogenada foi observado por Costa *et al.*(2008).



\* Os números entre parênteses marcam a amostragem das quais as regressões se referem.

FIGURA 4. FIXAÇÃO DE C NO PRIMEIRO E SEGUNDO ANO; NA PARTE AÉREA DE PASTAGEM NATURALIZADA COM HERMARTRIA, SUBMETIDA A DOSES DE NOVOGRO(RESÍDUO LÍQUIDO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS), NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE, PARANÁ

#### 4.1.3 Nitrogênio e Proteína Bruta

Os teores de N para as testemunhas ficaram entre 18,6 a 22,8; 15,1 a 17,6; 10,8 a 13,9; 16,9 a 20,5 e 13,5 a 20,6 g kg<sup>-1</sup> N para primeiro, segundo, terceiro, quarto e quinto corte, respectivamente. Este valores obtidos no trabalho ficam em geral dentro dos limites normais de 12 à 22 g kg<sup>-1</sup> N segundo Boletim Técnico - 100 (1997). Ainda, os valores obtidos estão um pouco acima do valor médio de 12,8 g kg<sup>-1</sup> N observado para pastagem nativa do Rio Grande do Sul (CORREA, SCHEFFER-BASSO E FONTANELI, 2006).

Diferentemente ao observado para teor de C, constatou-se acréscimo linear na concentração de N nos tecidos vegetais com o aumento da dose de Novogro (FIGURA 5), até 180 m³ ha<sup>-1</sup> para o primeiro corte. Isso se deve, provavelmente, ao rápido fornecimento de N proporcionado pela aplicação do produto que tem compostos inorgânicos de amônio de disponibilidade imediata entre seus

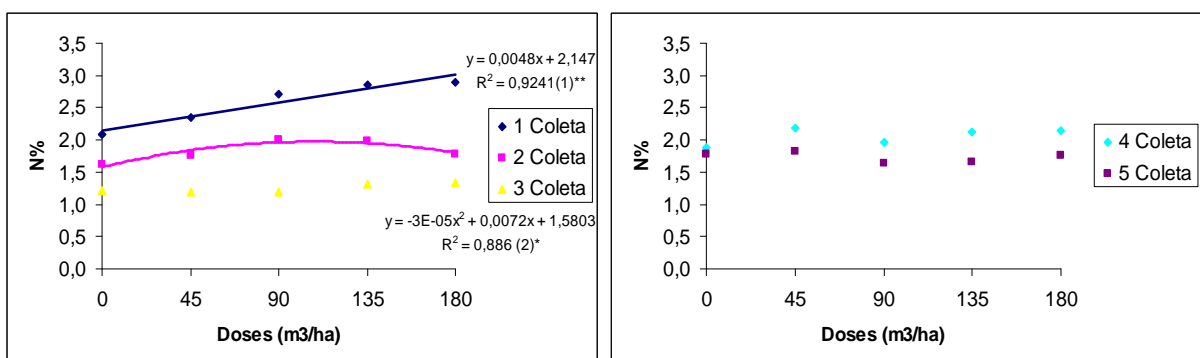


constituintes (TABELA 6). Além disso, a fração orgânica de N no Novogro está em compostos de fácil disponibilização (mineralização) dado pela baixa relação C/N, bem abaixo 20/1, observado na Tabela 6. Corroborando com resultados aqui obtidos, Alvim *et al.*(1999) e Mazza *et al.*(2008) também obtiveram uma resposta linear positiva em função de doses crescentes de adubação nitrogenada.

Observou-se uma resposta de forma quadrática para a segunda coleta e não houve diferença para as demais coletas, sugerindo novamente uma liberação rápida do N contido no Novogro (FIGURA 5). A exemplo de Correa, Scheffer-Basso e Fontaneli (2006), onde também não foram constatadas mudanças nos teores de N na parte aérea com doses crescentes de N em pastagem nativa. Resposta quadrática para segundo corte e não alteração do teor de N para terceiro corte contrasta com elevado acréscimo linear na produção de matéria seca, sugerindo um provável efeito de diluição sobre N.

Esse efeito diminui nas coletas posteriores, provavelmente por se tratar de um nutriente extremamente móvel no solo, além de possuir perdas por volatilização, possuindo um efeito residual muito baixo.

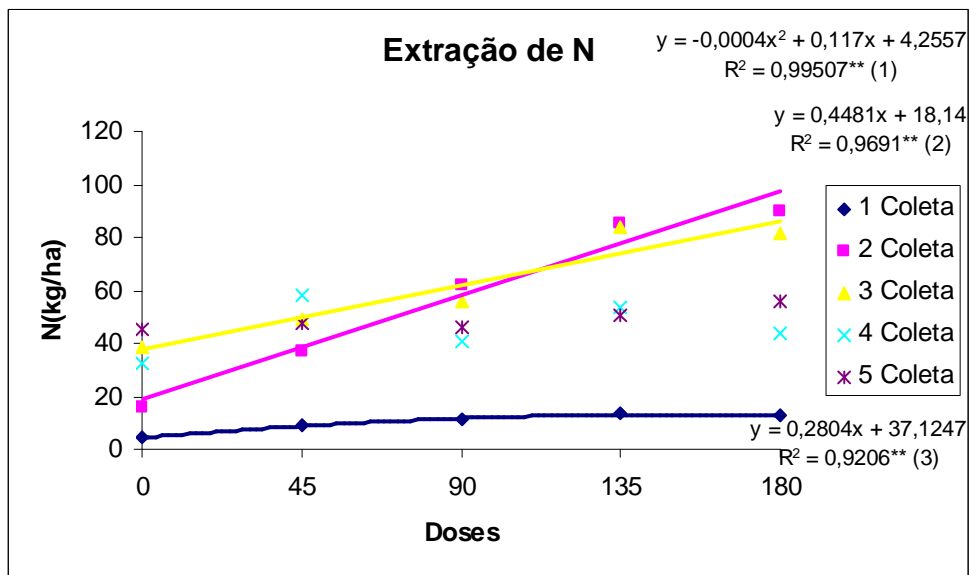
Observa-se também de modo geral, uma diminuição do conteúdo de N no tecido vegetal da coleta 1 para a 2 e posteriormente da 2 para 3 (FIGURA 5), que pode estar associada à maior disponibilidade natural de N do início da primavera, com o aumento de temperatura e aumento da atividade biológica do solo, e do N aplicado com Novogro, além do efeito da diluição com o aumento da produção de matéria seca.



\* Os números entre parênteses marcam a amostragem das quais as regressões se referem.

FIGURA 5 - TEORES DE N NO TECIDO VEGETAL PARA A PRIMEIRA, SEGUNDA E TERCEIRA COLETA; REALIZADAS NO PRIMEIRO ANO DO EXPERIMENTO; E QUARTA E QUINTA COLETA; REALIZADAS NO SEGUNDO ANO DE EXPERIMENTO; EM PASTAGEM NATURALIZADA COM HERMARTRIA, SUBMETIDA A DOSES DE NOVOGRO (RESÍDUO LÍQUIDO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS), NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE, PARANÁ

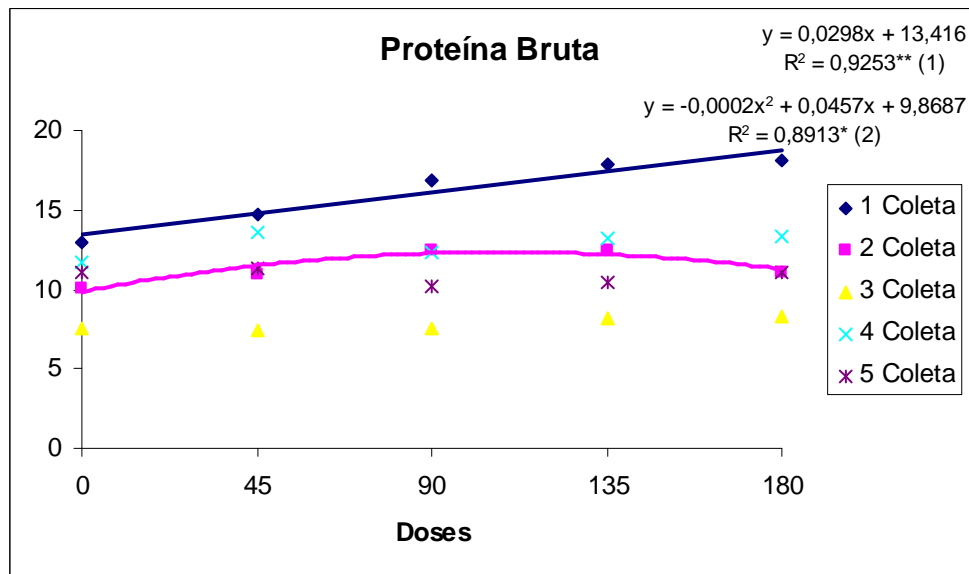
A quantidade de N extraída pela pastagem apresentada na figura 6, indica que ocorreu aumento de extração para os três cortes realizados no primeiro ano. Estes resultados eram esperados em função do efeito isolado ou combinado do aumento no teor de N e produtividade na pastagem, constatada no período. Apesar de visualizar-se uma diminuição da porcentagem de N nos tecidos vegetais sucessivo da 1ª para 2ª e para 3ª coletas (FIGURA 5), as maiores extrações deste nutriente foram obtidas no segundo e terceiro cortes em função das maiores produtividades (FIGURA 6).



\* Os números entre parênteses marcam a amostragem das quais as regressões se referem.

FIGURA 6 - EXTRAÇÃO DE N NO PRIMEIRO E SEGUNDO ANO; EM PASTAGEM NATURALIZADA COM HERMARTRIA, SUBMETIDA A DOSES DE NOVOGRO (RESÍDUO LÍQUIDO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS), NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE, PARANÁ

Ao se discutir sobre pastagem é impossível não extrapolar para a criação de gado, tendo em vista que o teor de N presente na pastagem está relacionado com o teor de proteína bruta, sendo um dos principais parâmetros relacionado à qualidade das pastagens. Assim pode-se aferir quanto à qualidade da pastagem e sua capacidade de transformação em carne e leite. O aumento da capacidade de conversão da pastagem em proteína bruta à medida que se aumenta as doses de Novogro, na primeira e segunda coleta, traduz-se em um aumento da qualidade do pasto (FIGURA 7).



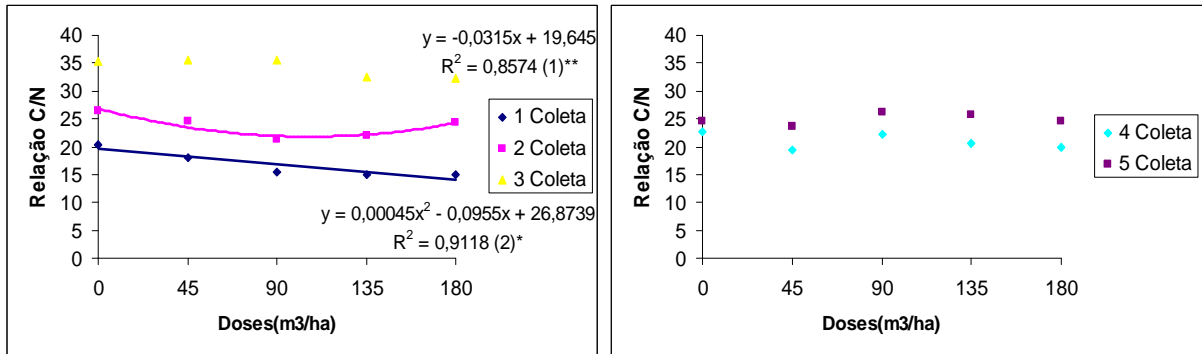
\* Os números entre parênteses marcam a amostragem das quais as regressões se referem.

FIGURA 7 - CONVERSÃO DE N EM PROTEÍNA BRUTA NO PRIMEIRO E SEGUNDO ANO; EM PASTAGEM NATURALIZADA COM HERMARTRIA, SUBMETIDA A DOSES DE NOVOGRO (RESÍDUO LÍQUIDO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS), NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE, PARANÁ

Foram observados teores que oscilaram de 7,56 à 18,11% de proteína bruta na pastagem, Alvim *et al.*(1999) encontrou teores similares com oscilação de 7,2% à 21,7% para tifton 85 (forrageira de alta produção de M.S. e de elevada qualidade) sob adubação nitrogenada em Minas Gerais.

#### 4.1.4 Relação C/N

Constatou-se uma relação inversa entre uso de doses crescentes de Novogro e a relação C/N da pastagem, no primeiro corte. À medida que Novogro vai perdendo efeito esta relação aumenta, sendo já perceptível na segunda coleta, onde ainda se obteve uma resposta de forma quadrática (FIGURA 8). Até não haver mais diferença estatística entre os tratamentos a partir da terceira coleta. Tal fato já era esperado visto que não ocorreu variação no teor de C e aumentou o teor de N na pastagem com uso de Novogro, para primeiro e segundo cortes. Entretanto, também pode se notar um novo abaixamento da relação C/N a partir da quarta coleta, isso se deve a uma nova aplicação de Novogro com  $60\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$  em todos os tratamentos, e mais uma vez sem diferença estatística, seguramente por todos os tratamentos terem recebido igual dose do produto.



\* Os números entre parênteses marcam a amostragem das quais as regressões se referem.

FIGURA 8 - RELAÇÃO C/N NO TECIDO VEGETAL PARA A PRIMEIRA, SEGUNDA E TERCEIRA COLETA; REALIZADAS NO PRIMEIRO ANO DO EXPERIMENTO; E QUARTA E QUINTA COLETA; REALIZADAS NO SEGUNDO ANO DE EXPERIMENTO; EM PASTAGEM NATURALIZADA COM HERMARRIA, SUBMETIDA A DOSES DE NOVOGRO (RESÍDUO LÍQUIDO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS), NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE, PARANÁ

Os efeitos do aumento do nitrogênio e abaixamento da relação C/N sobre as pastagens são diversos, entre eles podem ser citados: o aumento na produção de folhas e da densidade da pastagem ( $\text{kg m}^{-3}$ ), onde a ingestão tende a aumentar com o aumento da densidade (STOBBS,1975) e da proporção de folhas (MINSON, 1982); aumento da capacidade de suporte da área (mais cabeças de gado por área); aumento do ganho de peso vivo (GPV-  $\text{kg dia}^{-1} \text{ha}^{-1}$  até por volta de 0,6 kg quando há uma estagnação); em contrapartida há um aumento do teor de umidade da forragem (diminuição de percentagem de M.S.) e diminuição de açúcares solúveis totais.

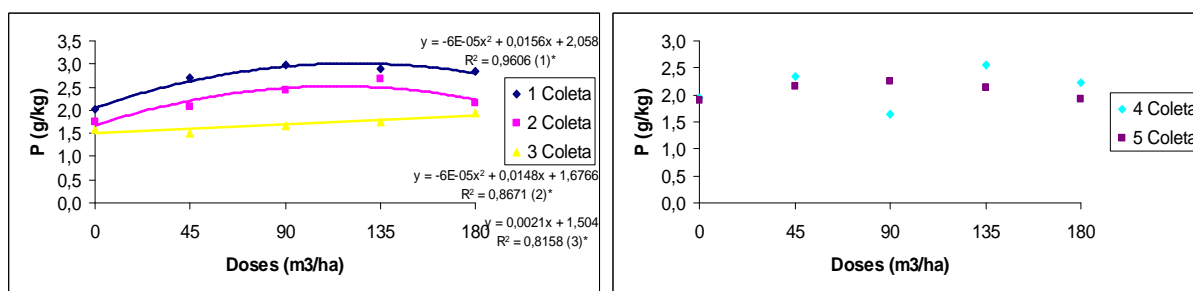
Há ainda o efeito na digestibilidade das pastagens, onde a adubação nitrogenada influencia o valor nutritivo da forragem. O aumento do suprimento deste elemento para as plantas reduz o conteúdo de açúcares, sendo estes utilizados na síntese de aminoácidos e proteínas. As proteínas são acumuladas no conteúdo celular e têm o efeito de diluição dos componentes da parede celular, aumentando a digestibilidade. Por outro lado, ocorre maior lignificação, pois há maior crescimento e desenvolvimento das plantas. O resultado final no valor nutritivo dependerá, então, desses dois efeitos contrários, que interagem com os efeitos da temperatura, luz e água (VAN SOEST, 1994).

#### 4.1.5 Fósforo

É observado, na primeira e segunda coletas, aumento do teor de P com significância a nível quadrático, atingindo valor máximo entre 90 e 135 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> (FIGURA 9). Os teores obtidos com uso de Novogro ficaram próximos aos valores considerados ideais, o que limitaria maiores acréscimos. Já na terceira coleta há uma resposta linear, entretanto com conteúdos menores comparativamente às demais coletas (FIGURA 9). Isso pode estar acontecendo devido ao efeito da diluição, pois na terceira coleta foi obtida a maior produção de matéria seca do período.

Na quarta e quinta coleta não foi observada nenhuma diferença estatística nas regressões. O que não era esperado visto que o P caracteriza-se por ser um nutriente de elevado efeito residual.

Também pode ser notado um abaixamento dos conteúdos de fósforo nos mesmos tratamentos da coleta 1 para a 2 e posteriormente da 2 para 3, assim como foi observado para N, pelos mesmos motivos apresentados.



\* Os números entre parênteses marcam a amostragem das quais as regressões se referem.

FIGURA 9 - CONTEÚDO DE P NO TECIDO VEGETAL PARA A PRIMEIRA, SEGUNDA E TERCEIRA COLETA; REALIZADAS NO PRIMEIRO ANO DO EXPERIMENTO; E QUARTA E QUINTA COLETA; REALIZADAS NO SEGUNDO ANO DE EXPERIMENTO; EM PASTAGEM NATURALIZADA COM HERMARTRIA, SUBMETIDA A DOSES DE NOVOGRO (RESÍDUO LÍQUIDO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS), NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE, PARANÁ

Os teores de fósforo obtidos no tecido vegetal, encontram-se dentro dos limites de 1,0 à 3,0 g kg<sup>-1</sup>, faixa adequada de fósforo para gramíneas do grupo III segundo boletim técnico, 100, IAC (1997). Chegando próximo ao limite superior de 3,0 g kg<sup>-1</sup> de fósforo na primeira coleta, e próximo ao limite inferior de 1,0 na terceira coleta. Essa diminuição dos teores de fósforo pode ser atribuída ao efeito da diluição anteriormente comentado.

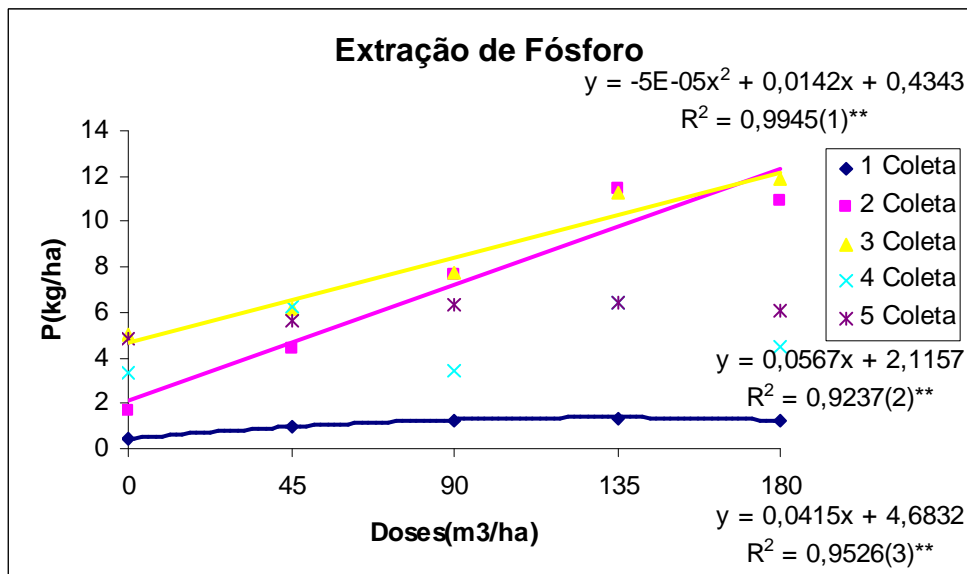
Apesar da necessidade da pastagem em fósforo ter sido suprida em 99,2% dos tratamentos, visto que apenas 1 das 125 amostras apresentou valor abaixo de

1,0 g kg<sup>-1</sup> de fósforo no tecido vegetal, isso pode não ser uma verdade para a o suprimento das necessidades dos animais que se alimentam do pasto. Dados da National Research Council (1984), inferem que as vacas secas, em lactação e novilhos jovens em crescimento, com 200 kg de peso e ganho de peso diário (GPD) de 0,5 kg, apresentam requerimentos diferenciados deste nutriente, precisando de 1,8; 2;2 e 2,0 g kg<sup>-1</sup> de fósforo na MS respectivamente. Como se pode observar na tabela 8 na primeira coleta de tecido vegetal foram poucas amostras a não conseguir suprir por si só as necessidades do gado e todas estas se encontravam nas parcelas sem aplicação de Novogro. Isso mostra a importância da aplicação de Novogro para o suprimento em fósforo aos animais através da pastagem, conseguindo suprir até os mais exigentes. Nas coletas posteriores foi visto que a qualidade da pastagem foi piorando em termos nutricionais, embora tenha ocorrido um acréscimo significativo da produção de matéria seca, o que permitiria uma lotação maior de animais por área. Isso faz com que seja necessário uma suplementação mineral deste nutriente já à partir dos 128 dias após a aplicação do resíduo (2ª coleta) para os animais mais exigentes, e se faz indispensável à partir de 233 dias após aplicação (3ª coleta) a todos animais. Senger *et al.*(1996), observaram que 98,2% das unidades de mapeamento sobre pastagem nativa no Rio Grande do Sul não atendiam às necessidades nem das vacas secas no que condiz ao fósforo, semelhante ao observado na terceira coleta deste estudo.

TABELA 8 - PORCENTAGEM DE AMOSTRAS DE PASTAGEM QUE NÃO ATINGEM O TEOR MÍNIMO DE FÓSFORO REQUERIDO PARA BOVINOS, EM EXPERIMENTO COM PASTAGEM NATURALIZADA COM HERMARTRIA E APLICAÇÃO DE NOVOGRO, EM FAZENDA RIO GRANDE

Coleta	Vacas Secas	Vacas em	Novilhos
		Lactação	Jovens
		%	
1	4	12	4
2	12	48	36
3	80	96	92
4	4	32	24
5	20	44	32

FONTE: O autor (2009)



\* Os números entre parênteses marcam a amostragem das quais as regressões se referem.

FIGURA 10 - EXTRAÇÃO DE P NO PRIMEIRO E SEGUNDO ANO; EM PASTAGEM NATURALIZADA COM HERMARTRIA, SUBMETIDA A DOSES DE NOVOGRO (RESÍDUO LÍQUIDO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS), NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE, PARANÁ

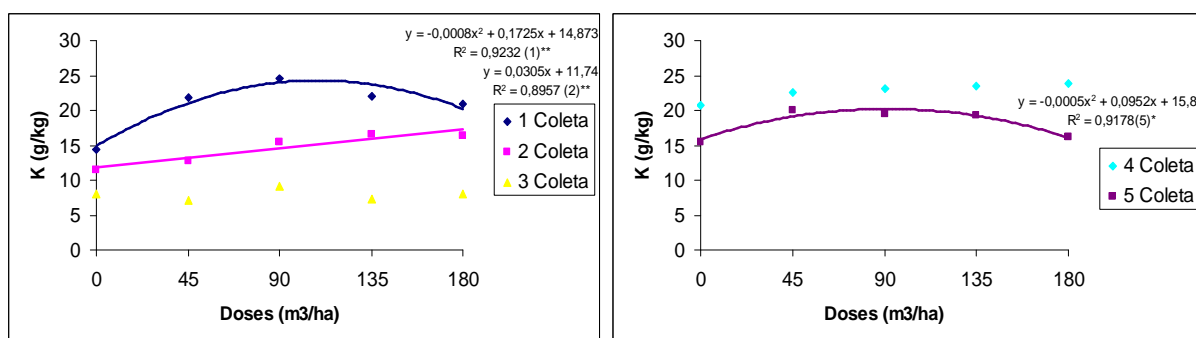
As extrações do nutriente foram tanto maiores quanto maiores fossem as produções de matéria seca, conforme os dados apresentados nas figuras 2 e 10. Esse resultado já era esperado, pois uma maior produção de matéria seca exige maiores quantidades de nutrientes.

#### 4.1.6 Potássio

O efeito de Novogro sobre o teor de K na pastagem é apresentado na figura 11. Na primeira coleta foi obtida uma resposta quadrática sobre o teor de K no tecido, atingindo concentração máxima entre 90 e 135 m³ ha<sup>-1</sup>. Já para segunda coleta constatou-se acréscimo linear ao uso de Novogro. (FIGURA 11). As coletas 3 e 4 não obtiveram diferença estatística, ao passo que na quinta coleta houve uma resposta quadrática. Não era esperada essa resposta na quinta coleta, apesar de na quarta coleta terem sido aplicados 60 m³ ha<sup>-1</sup> de Novogro a todos os tratamentos, por se tratar de um elemento móvel no solo tornando seu efeito residual muito baixo. Ainda, a liberação lenta do K por parte da biomassa Novogro é pouco provável visto que o elemento encontra-se livre na planta e outros resíduos orgânicos não dependendo da decomposição microbiana para ser liberado. Contudo por ser um

elemento que se encontra em quantidades elevadas na planta, a reciclagem pode ter contribuído na manutenção deste elemento no solo.

Observa-se ainda na figura 11, que houve um decréscimo dos teores de potássio no tecido vegetal da coleta 1 para a 2 e posteriormente da 2 para 3, como fora constatado para nitrogênio e fósforo (FIGURAS 5 e 9, respectivamente). Este fato pode ser atribuído tanto pelo efeito da diluição quanto pela perda de efeito de Novogro no fornecimento de potássio a planta.



\* Os números entre parênteses marcam a amostragem das quais as regressões se referem.

FIGURA 11 - CONTEÚDO DE K NO TECIDO VEGETAL PARA A PRIMEIRA, SEGUNDA E TERCEIRA COLETA; REALIZADAS NO PRIMEIRO ANO DO EXPERIMENTO; E QUARTA E QUINTA COLETA; REALIZADAS NO SEGUNDO ANO DE EXPERIMENTO; EM PASTAGEM NATURALIZADA COM HERMARTRIA, SUBMETIDA A DOSES DE NOVOGRO (RESÍDUO LÍQUIDO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS), NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE, PARANÁ

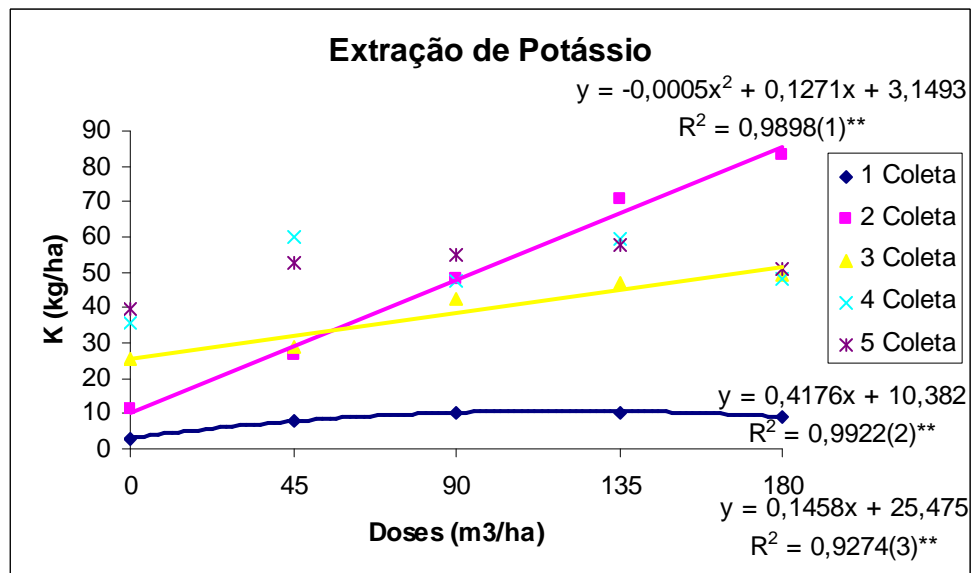
Os teores de potássio se mantiveram dentro de níveis adequados a planta; de 12 a 25 g kg<sup>-1</sup> segundo Boletim Técnico,100, IAC (1997); quanto mais próximos do período de aplicação de Novogro. Sendo os teores encontrados maiores comparativamente a Senger *et al.*(1996), Agostini e Kaminski (1976), Silva *et al.*(1996), onde foram obtidos teores médios de 10,4; 7,2-13,6; 6,9-7,9 g kg<sup>-1</sup> deste nutriente na matéria seca, respectivamente.

Houve teores inferiores a 12 g kg<sup>-1</sup> já na segunda coleta onde não foi aplicado Novogro e em todos os tratamentos da terceira coleta, configurando situação de baixo nível de K na pastagem, embora nenhum sintoma associada a deficiência tenha ocorrido. Isso mostra que devem ser feitas aplicações menos espaçadas para o fornecimento de K a pastagem, por esse elemento ser muito móvel no solo e assim facilmente perdido. Esse abaixamento nos teores de K no tecido vegetal de uma coleta para outra, culminando na terceira coleta em teores deficientes, não se deve única e exclusivamente a perda do poder corretivo da adubação mas também



ao efeito da diluição visto que a terceira coleta foi onde obteve-se a maior produção de matéria seca do período.

No que diz respeito ao suprimento de potássio a bovinos de corte, os teores de potássio no tecido vegetal, para todos os tratamentos e totalidade do período do experimento, se mantiveram superiores ao requerimento prescrito pelo National Research Council (1984) de  $6,5 \text{ g kg}^{-1}$  de potássio na matéria seca. Isso concorda com o observado por Senger *et al.*(1996), Agostini e Kaminski (1976), Silva *et al.*(1996) onde quase a totalidade dos tratamentos estudados pelo primeiro autor e todos os tratamentos dos outros autores obtiveram teores satisfatórios a alimentação animal.



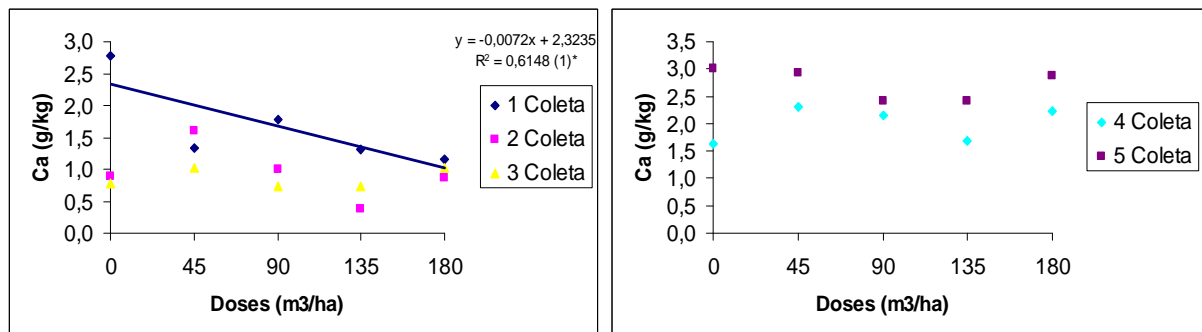
\* Os números entre parênteses marcam a amostragem das quais as regressões se referem.

FIGURA 12 - EXTRAÇÃO DE K NO PRIMEIRO E SEGUNDO ANO; EM PASTAGEM NATURALIZADA COM HERMARTRIA, SUBMETIDA A DOSES DE NOVOGRO (RESÍDUO LÍQUIDO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS), NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE, PARANÁ

A extração do potássio é tanto maior quanto maior for a produção da matéria seca, a exemplo do que aconteceu com o fósforo. Entretanto no caso do potássio também pode ser visto que apesar do aumento da produção na terceira coleta não houve um aumento proporcional da extração, configurando no abaixamento dos teores deste elemento no tecido da pastagem.

#### 4.1.7 Cálcio

É observado apenas na primeira coleta uma resposta significativa, na forma linear e descendente. Mostrando um abaixamento do teor de cálcio à medida que aumenta as doses de Novogro (FIGURA 13). Isto pode estar relacionado ao aumento de produção proporcionado por adubações maiores, aos baixos teores originais de cálcio no solo usado e/ou efeito antagônico na absorção de um ou mais nutrientes adicionados. Visto que, quantidade expressiva de Ca foi adicionada pela biomassa Novogro, proveniente da cal hidratada adicionada para eliminação de microorganismos, sugerindo que seja pouco provável uma baixa eficiência no fornecimento de cálcio nas quantidades requeridas pela planta.



\* Os números entre parênteses marcam a amostragem das quais as regressões se referem.

FIGURA 13 - TEORES DE CA NO TECIDO VEGETAL PARA A PRIMEIRA, SEGUNDA E TERCEIRA COLETA; REALIZADAS NO PRIMEIRO ANO DO EXPERIMENTO; E QUARTA E QUINTA COLETA; REALIZADAS NO SEGUNDO ANO DE EXPERIMENTO; EM PASTAGEM NATURALIZADA COM HERMARTRIA, SUBMETIDA A DOSES DE NOVOGRO (RESÍDUO LÍQUIDO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS), NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE, PARANÁ

Os teores de cálcio no tecido vegetal apresentaram-se baixos, onde segundo Boletim Técnico, 100, IAC (1997); para gramíneas do grupo III os teores adequados estariam na faixa de 2 à 6 g kg<sup>-1</sup>. Fato apenas visto, da primeira à terceira coleta, para o tratamento que não recebeu Novogro e ainda assim na primeira coleta (FIGURA 13). Os demais tratamentos estiveram sempre abaixo de 2 g kg<sup>-1</sup>, chegando a estar abaixo de 0,5 g kg<sup>-1</sup> na segunda coleta para o tratamento de 135 m³ ha<sup>-1</sup> de Novogro. Na quarta e quinta coleta obtiveram-se teores maiores de cálcio no tecido vegetal, quase sempre um pouco acima da linha limítrofe de 2 g kg<sup>-1</sup>, a exceção do tratamento 0 m³ ha<sup>-1</sup> e 135 m³ ha<sup>-1</sup> (FIGURA 13). Maiores teores de Ca na matéria seca em pastagem nativa foram observado por Silva *et al.* (1996), Senger *et al.* (1996), Agostini e Kaminski (1976) que encontraram valores de 3,9; 5,9 e 2,3-5,4 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente.

Embora os teores de Ca tenham sido baixos conforme teores estabelecidos para pastagem, não havia nenhum sintoma de carência nutricional na pastagem que pudesse estar associado, sugerindo que os níveis eram suficientes para condição estudada. Ainda, mesmo com menores teores ou manutenção dos teores de Ca quando da aplicação de doses crescentes de Novogro, estes foram acompanhados por acréscimos na produtividade sugerindo pequeno efeito sobre produção.

Ao que tange as necessidades dos animais quase a totalidade dos tratamentos até a terceira coleta não suprem nem a demanda das classes menos exigentes. Segundo National Research Council (1984) vacas secas, em lactação e novilhos jovens em crescimento, com 200 kg de peso e GPD de 0,5 kg, precisam de 1,7; 2,8; 3,7 g kg<sup>-1</sup> de cálcio na M.S., respectivamente. À partir da quarta coleta os tratamentos 45, 90 e 180 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> satisfizeram as necessidades apenas para as vacas secas. Já na quinta coleta todos os tratamentos satisfizeram as necessidades para as vacas secas e apenas os tratamentos 0 e 180 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> satisfizeram as necessidades para vacas em lactação. Logo, em todo o período do experimento não foi atingido teores de cálcio, na pastagem, suficiente para atender a demanda de novilhos jovens. Ao contrario do observado por Senger *et al.*(1996), Silva *et al.*(1996), em unidades de mapeamento no Rio Grande do Sul, onde quase na totalidade das unidades o pasto supre as necessidades de cálcio até das classes mais exigentes.

Os resultados obtidos indicam uma grande variação sazonal, que em geral indicavam maiores teores de Ca na pastagem na primavera (primeira coleta), como fora também observada para N, P e K. Agostini e Kaminski (1976) obtiveram valores menores comparativamente a Senger *et al.*(1996), Silva *et al.*(1996), onde na primavera a grande maioria das unidades de mapeamento apresentavam pastagens naturais capazes de suprir até a classe de novilhos, já no verão essa capacidade diminuía atendendo apenas as vacas secas e em lactação, corroborando com resultados obtidos neste trabalho.

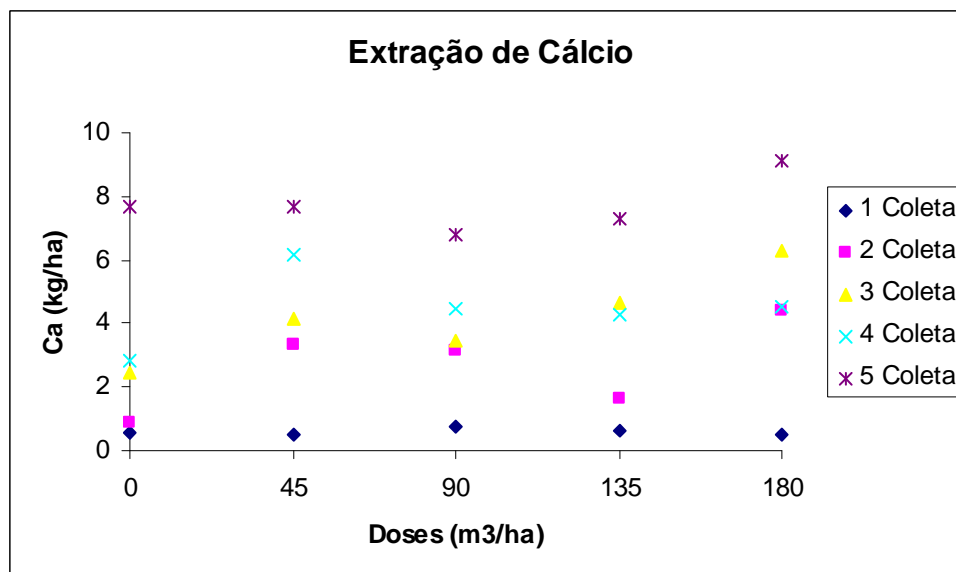


FIGURA 14 - EXTRAÇÃO DE CA NO PRIMEIRO E SEGUNDO ANO; EM PASTAGEM NATURALIZADA COM HERMARTRIA, SUBMETIDA A DOSES DE NOVOGRO (RESÍDUO LÍQUIDO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS), NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE, PARANÁ

A extração de cálcio pela planta aumentou em cada coleta subsequente (FIGURA 14), podendo ser explicado dado o aumento da produtividade da primeira para segunda e segunda para terceira coleta e devido ao aumento dos teores de cálcio na pastagem para quarta e quinta coleta.

#### 4.1.8 Magnésio

A análise do magnésio foi feita apenas para quarta e quinta coleta, para verificar o panorama deste nutriente. Essa preocupação tardia só teve impulso depois de verificados teores baixos de cálcio, sendo que em caso de recomendação de uma suplementação de cálcio, através dos teores de magnésio pode se determinar o melhor corretivo, nas escolhas entre calcários calcíticos, dolomíticos e até o gesso.

Não foi verificada nenhuma resposta significativa entre os tratamentos a nível de 5%. Estando os teores de magnésio de todos os tratamentos, à partir da quarta coleta, dentro das faixas adequadas de 1,5 à 4,0 g kg<sup>-1</sup> (FIGURA 15), segundo boletim técnico, 100, IAC (1997). Agostini e Kaminski (1976) obtiveram teores semelhantes de magnésio na matéria seca de pastagens naturais variando de 1,2-2,5 g kg<sup>-1</sup>; já Silva *et al.*(1996) e Senger *et al.*(1996) obtiveram teores menores variando de 1,0-1,4; 0,6-1,5 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente.

Com relação as necessidades dos animais a National Research Council (1984) sugere valores situados entre 0,5 e 2,5 g kg<sup>-1</sup> de magnésio na matéria seca para bovinos de corte, dependendo do peso vivo, taxa de ganho e sexo; sendo usado um valor médio de 1,0 g kg<sup>-1</sup>. Levando-se em consideração o valor médio sugerido, todos os tratamentos em todas as coletas realizadas atenderam as necessidades para bovinos de corte. Ao se considerar categorias mais exigentes de bovinos de corte apenas a quinta coleta é capaz de suprir, excetuando-se o tratamento 135 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de Novogro. Fato contrário ao obtido por Agostini e Kaminski (1976), Silva *et al.*(1996) e Senger *et al.*(1996), onde a pastagem é capaz apenas de suprir as categorias menos exigentes.

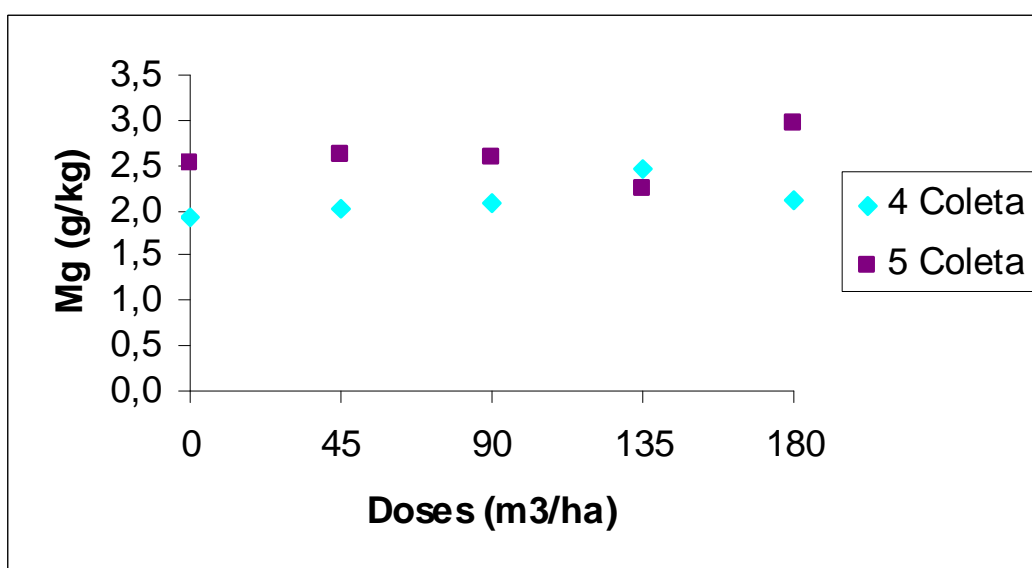
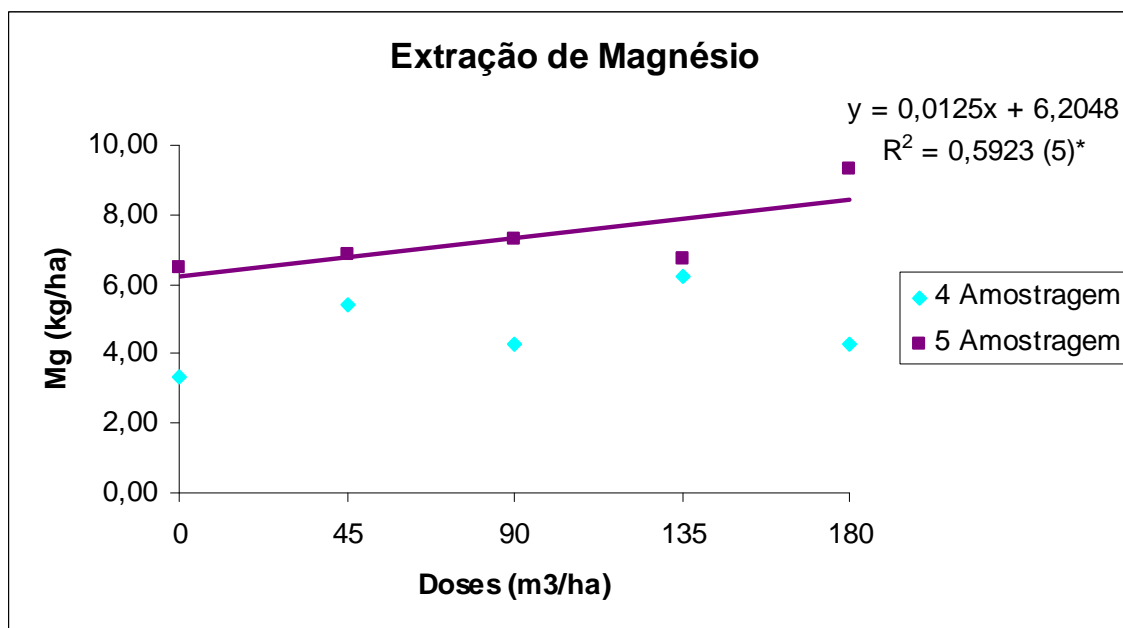


FIGURA 15 - TEORES DE MG PARA A QUARTA E QUINTA COLETA; REALIZADAS NO SEGUNDO ANO DO EXPERIMENTO; EM PASTAGEM NATURALIZADA COM HERMARTRIA, SUBMETIDA A DOSES DE NOVOGRO (RESÍDUO LÍQUIDO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS), NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE, PARANÁ

A extração de magnésio foi maior na quinta coleta comparativamente com a quarta (FIGURA 16), provavelmente devido a maior produção de matéria seca na quinta coleta; além de ter ocorrido teores maiores de magnésio no tecido vegetal (FIGURA 15).



\* Os números entre parênteses marcam a amostragem das quais as regressões se referem.

FIGURA 16 - EXTRAÇÃO DE MG NO SEGUNDO ANO; EM PASTAGEM NATURALIZADA COM HERMARTRIA, SUBMETIDA A DOSES DE NOVOGRO (RESÍDUO LÍQUIDO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS), NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE, PARANÁ

#### 4.2 Solo

Os resultados obtidos para os parâmetros de solo são apresentados de forma resumida na tabela à seguir (TABELA 9) e posteriormente discutidos de maneira individualizada.

TABELA 9 – QUADRO RESUMO DOS RESULTADOS OBTIDOS PARA OS DIFERENTES PARÂMETROS E PROFUNDIDADES DO SOLO (continua...)

Parâmetros	Profundidades estudadas							
	0-10cm				10-20cm			
	1 Coleta	2 Coleta	3 Coleta	4 Coleta	1 Coleta	2 Coleta	3 Coleta	4 Coleta
pH CaCl <sup>2</sup>	L	L	L	L	L/Q	NS	L	L
pH SMP	L	L	L	L	NS	L	L	L
Al <sup>+3</sup>	L	L/Q	L/Q	L/Q	L	L	L	L
H+Al	L	L	L	L	NS	L	L	L
Ca <sup>+2</sup>	L	L	L	L/Q	NS	L	Q	L
Mg <sup>+2</sup>	L	Q	Q	L/Q	NS	NS	NS	L
K <sup>+</sup>	L	Q	NS	Q	Q	Q	L	L
P	NS	L	NS	NS	NS	L	NS	L
C	NS	NS	L	Q	NS	NS	L	Q
m%	L	L/Q	NS	L/Q	NS	NS	L	L
SB	L	L/Q	L/Q	L/Q	NS	NS	NS	L
T	NS	L	L	L	NS	NS	L	L
V%	L	L	NS	L/Q	NS	NS	NS	L

TABELA 9 – QUADRO RESUMO DOS RESULTADOS OBTIDOS PARA OS DIFERENTES PARÂMETROS E PROFUNDIDADES DO SOLO (conclusão)

Parâmetros	Profundidades estudadas							
	20-40cm				40-60cm			
	1 Coleta	2 Coleta	3 Coleta	4 Coleta	1 Coleta	2 Coleta	3 Coleta	4 Coleta
pH CaCl <sub>2</sub>	L	L	Q	L	L	L/Q	NS	L
pH SMP	L	NS	NS	L	NS	Q	L	L
Al <sup>+3</sup>	L	NS	L	NS	L/Q	Q	NS	L
H+Al	L	NS	L/Q	L	NS	Q	L	L
Ca <sup>+2</sup>	NS	NS	L	L	L	NS	NS	NS
Mg <sup>+2</sup>	NS	L	L/Q	NS	NS	NS	NS	NS
K <sup>+</sup>	NS	Q	Q	Q	Q	Q	NS	Q
P	NS	NS	NS	NS	Q	NS	L/Q	NS
C	NS	Q	NS	L/Q	Q	NS	NS	L/Q
m%	NS	NS	L	L	L	NS	NS	NS
SB	NS	NS	L	L	L	NS	NS	NS
T	L	NS	L	L	NS	Q	L	L
V%	NS	L	L	L	Q	NS	NS	NS

\* NS para não significativo a 5%

\* L para significativo a 5% a nível linear

\* Q para significativo a 5% a nível quadrático

#### 4.2.1 pH CaCl<sub>2</sub>

Verificou-se uma elevação linear do pH, de modo geral, para todos os tratamentos em até 60 cm de profundidade, a exceção da profundidade de 10-20 e 40-60 cm, na segunda e terceira coleta, respectivamente. Isso indica que Novogro tem ação sobre a acidez do solo, face a adição de cal na neutralização da biomassa, tanto na superfície quanto em profundidade, em curto período de tempo. Tal fato pode estar associado a ocorrência de grande quantidade de bioporos em condições naturais como pastagem e a adição de compostos orgânicos, facilitando a penetração de corretivos. Colaborando com os resultados obtidos Barcelar *et al.*(2001) verificaram um aumento do pH CaCl<sub>2</sub> até 10 cm de profundidade ao aplicar lodo de esgoto alcalinizado em Cambissolo Húmico existente em Pinhais, Paraná. Caíres, Banzatto e Fonseca (2000) também observaram um efeito maior da calagem na região mais superficial de 0-10 cm de profundidade. Entretanto para aquele autor foi necessário um grande período de tempo para começar apresentar os efeitos da calagem, tendo a máxima reação apenas em 28-30 meses após aplicação, fato não verdadeiro para o presente experimento devido a aplicação de cal hidratada para neutralização da biomassa Novogro que reage prontamente com o solo. Os

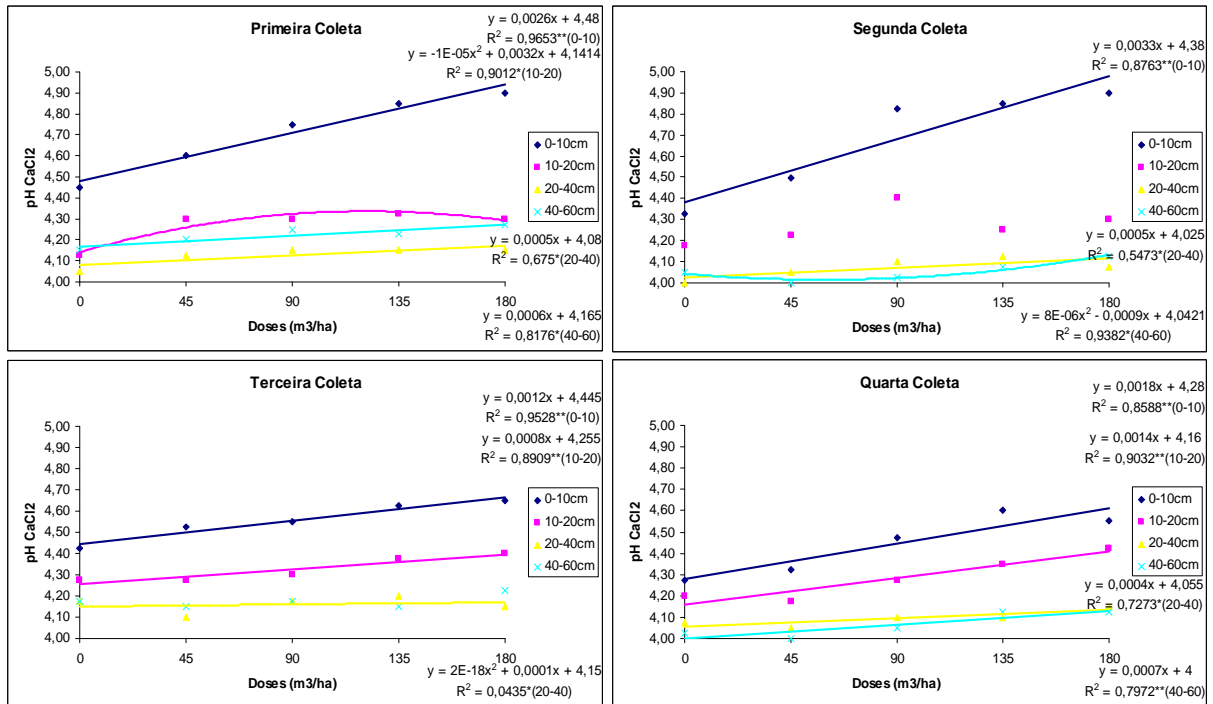
resultados são expressivos visto que o solo utilizado apresenta elevado poder tampão, como será verificado posteriormente nos valores de acidez potencial ( $H^+ + Al^{+3}$ ).

No entanto, as maiores mudanças ocorreram na primeira e segunda coleta na profundidade de 0-10 cm. O efeito da profundidade pode ser observado, na última coleta, quando se observa que nos primeiros 20 cm houve uma variação de 0,0018 e 0,0014 de pH  $CaCl_2$  por  $m^{-3}$  aplicado nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, respectivamente. Essa amplitude diminuiu para 0,0004 e 0,0007 nas profundidades de 20-40 e 40-60 cm, respectivamente. Contrastando com resultados obtidos por Roveda *et al.*(2007), que não verificou variação do pH quando da aplicação de Novogro em áreas agrícolas de uso intensivo, em solo com alta saturação de bases e pH superior a 6,0. Tais características podem ter afetado a reatividade dos componentes básicos, dificultando a visualização de uma resposta.

Embora tenha sido utilizado doses de Novogro muito superiores ao normal recomendado pela indústria, o valor obtido de pH  $CaCl_2$  se encontrou abaixo de 5,5 (pH em água) para quase a totalidade dos tratamentos, valor recomendado para gramíneas forrageiras de estação quente e fria segundo Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC(2004). A exceção do tratamento  $180 m^3 ha^{-1}$ , para a primeira e segunda coletas nos 10 cm superficiais, onde se obteve valor igual 5,5 para pH em água; considerando uma diferenciação entre os pH  $CaCl_2$  e o pH em água de 0,6.

A elevação do pH pode ter contribuído para o aumento da produtividade de matéria seca da pastagem. Contudo, as pastagens de campo nativo têm se mostrado mais resistentes a condição de acidez. Macedo, Brasil e Patella (1979) observaram ausência de resposta ao uso de calcário em pastagens de campo nativo do Rio Grande do Sul. Os mesmos autores verificaram resposta positiva ao uso de calcário quando da introdução de leguminosas na pastagem ou com introdução de pastagem de inverno com azevém e leguminosas. Ausência de resposta a calagem também foi constatada por Oliveira e Barreto (1976) e Gatiboni *et al.*(2000) em pastagem natural do Rio Grande do Sul.





\* Os números entre parênteses marcam a amostragem das quais as regressões se referem.

FIGURA 17 - PH  $\text{CaCl}_2$  DO SOLO; NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES, SUBMETIDA A DOSES DE NOVOGRO(RESÍDUO LÍQUIDO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS), NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE, PARANÁ

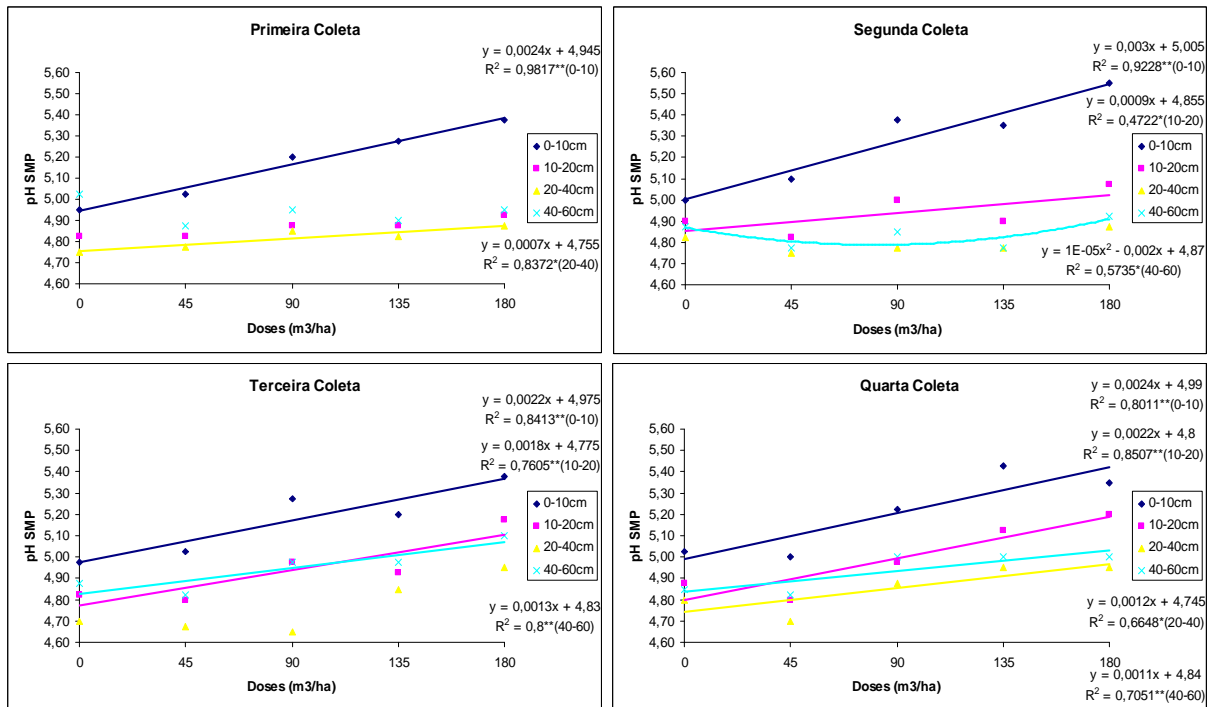
#### 4.2.2 pH SMP

A exemplo do pH  $\text{CaCl}_2$ , obteve-se uma resposta em forma linear e positiva, de modo geral, para maioria os tratamentos em até 60 cm de profundidade, com  $p < 0,05$  pelo menos. Apenas quatro coletas (primeira de 10-20 e 40-60 cm; segunda e terceira de 20-40 cm) não diferiram e a segunda coleta de 40-60 cm se apresentou de maneira quadrática (TABELA 9 e FIGURA 18).

O pH SMP se comportou de maneira muito parecida com o pH  $\text{CaCl}_2$ , possuindo amplitudes do efeito da biomassa Novogro, entre a testemunha e a dose de  $180 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  nos primeiros 20 cm, de 0,55 e 0,40 nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, respectivamente. Macedo, Brasil e Patella (1979) observou aumentos de pH SMP similares em até 15 cm profundidade, com a aplicação de  $4,5 \text{ t ha}^{-1}$  de calcário em Planossolo vértico sob pastagem natural e cultivada em Bagé. No presente trabalho foi observado que essa amplitude diminui em profundidades maiores.

Os valores obtidos para pH SMP se mostraram maiores do que os apresentados para  $\text{CaCl}_2$ , em torno de 0,5 unidades. Tendo os valores de pH SMP chegado muito próximos de 5,5 nas doses à partir de  $90 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , nos 10 cm iniciais

de solo, tendo até na segunda coleta, na dose 180 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, um valor de 5,55. Sendo o valor recomendado de 5,5 em pH em água para gramíneas forrageiras de estação quente e fria segundo Comissão de química e fertilidade do solo – RS/SC (2004).



\* Os números entre parênteses marcam a amostragem das quais as regressões se referem.

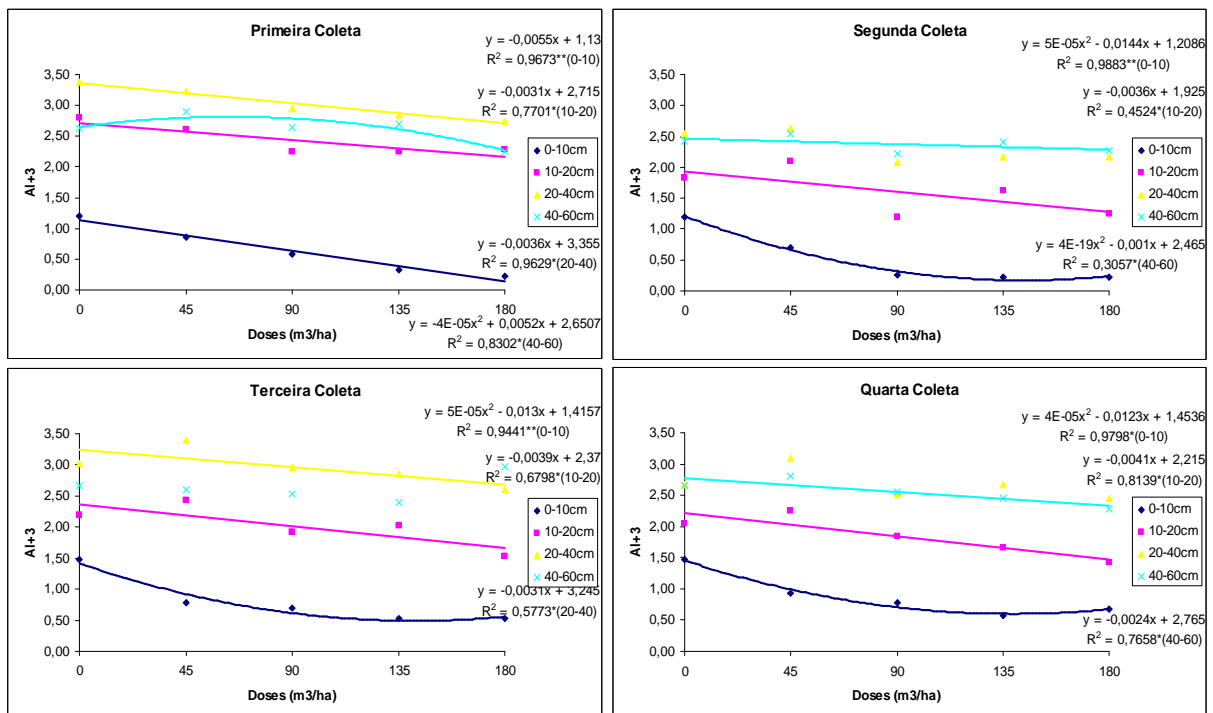
FIGURA 18 - PH SMP DO SOLO; NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES, SUBMETIDA A DOSES DE NOVOGRO(RESÍDUO LÍQUIDO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS), NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE, PARANÁ

#### 4.2.3 Alumínio

Observa-se um decréscimo linear do alumínio tóxico no solo a 0-10 cm para a primeira coleta e para as demais coletas uma resposta quadrática a esta mesma profundidade (FIGURA 19). À partir de 10 cm de profundidade as respostas tenderam a ser mais lineares. A diminuição do alumínio tóxico no solo era esperado dado ao aumento do pH do solo mostrado anteriormente.

Também pode-se observar que os menores valores de alumínio foram obtidos na segunda coleta, para todas as profundidades, mostrando a grande reatividade de Novogro. Fato este que pode ser explicado por Novogro ser tratado com cal hidratada que reage prontamente com o solo. Contrastando com Caíres, Banzatto e Fonseca (2000) onde foi necessário 28-30 meses para ocorrer a máxima reação, utilizando-se de calcário.

O efeito de Novogro foi diminuindo em profundidade, onde o decréscimo de alumínio foi em torno de  $1 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  nos primeiros 10 cm, de  $0,6 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  entre 10-20 cm, de  $0,4 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  entre 20-40 cm e por volta de  $0,2 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  entre 40-60 cm. Podendo ser observado o efeito de Novogro até mesmo em profundidades de 40-60 cm, embora de maneira mais tímida, diferentemente do observado por Caíres *et al.*(1999) que encontrou resposta apenas nos 10 cm iniciais do solo. Há indicações de que o calcário pode movimentar-se rapidamente nos canais do solo como mostrado por Amaral *et al.*(2004), sob plantio direto, sugerindo que em condições de pastagem tal fato pode ocorrer com maior intensidade dado ao grande número de bioporos.



\* Os números entre parênteses marcam a amostragem das quais as regressões se referem.

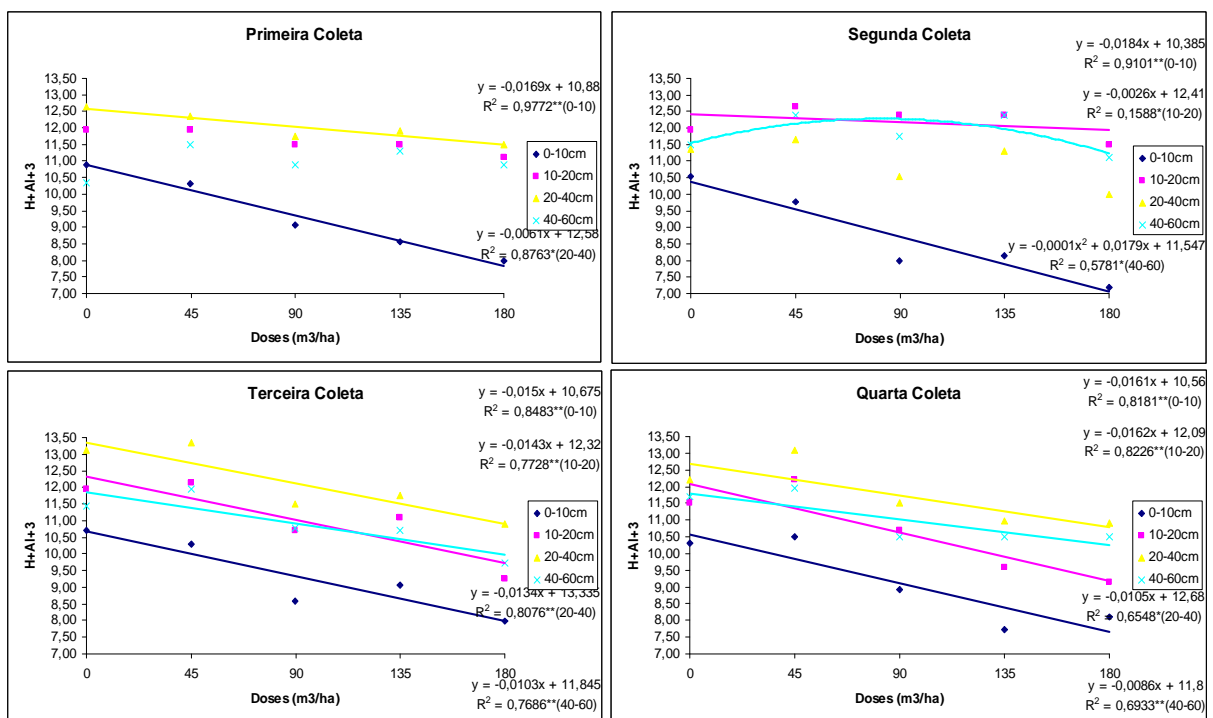
FIGURA 19 - TEOR DE ALUMÍNIO NO SOLO; NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES, SUBMETIDA A DOSES DE NOVOGRO(RESÍDUO LÍQUIDO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS), NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE, PARANÁ

#### 4.2.4 Hidrogênio + Alumínio

A exemplo do observado para Al<sup>3+</sup> houve um efeito maior da aplicação de Novogro nos 10 cm iniciais do solo onde ocorreu uma resposta linear e decrescente, com  $p < 0,05$ ; nas duas primeiras coletas. Efeitos em profundidade foram constatados de maneira nítida a partir da terceira coleta, tendo um abaixamento considerável do

$H^+ + Al^{+3}$  a 10-20 cm e um abaixamento mais tênue porém existentes a profundidades de até 60 cm. Esse fato já era esperado devido a resposta obtida anteriormente para o alumínio, sendo este parte integrante deste parâmetro.

Assim aumento do pH e diminuição do  $Al^+$  e  $(H^+ + Al^{+3})$  confirma a capacidade de uso de Novogro como corretivo acidez. Ainda, a ação corretiva pode atuar nas camadas inferiores do solo em curto período de tempo, auxiliado pela adição de componentes orgânicos em Novogro e, provavelmente, pela elevada quantidade de bioporos em ambientes sem revolvimento.



\* Os números entre parênteses marcam a amostragem das quais as regressões se referem.

FIGURA 20 - TEOR DE HIDROGÊNIO + ALUMÍNIO NO SOLO; NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES, SUBMETIDA A DOSES DE NOVOGRO (RESÍDUO LÍQUIDO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS), NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE, PARANÁ

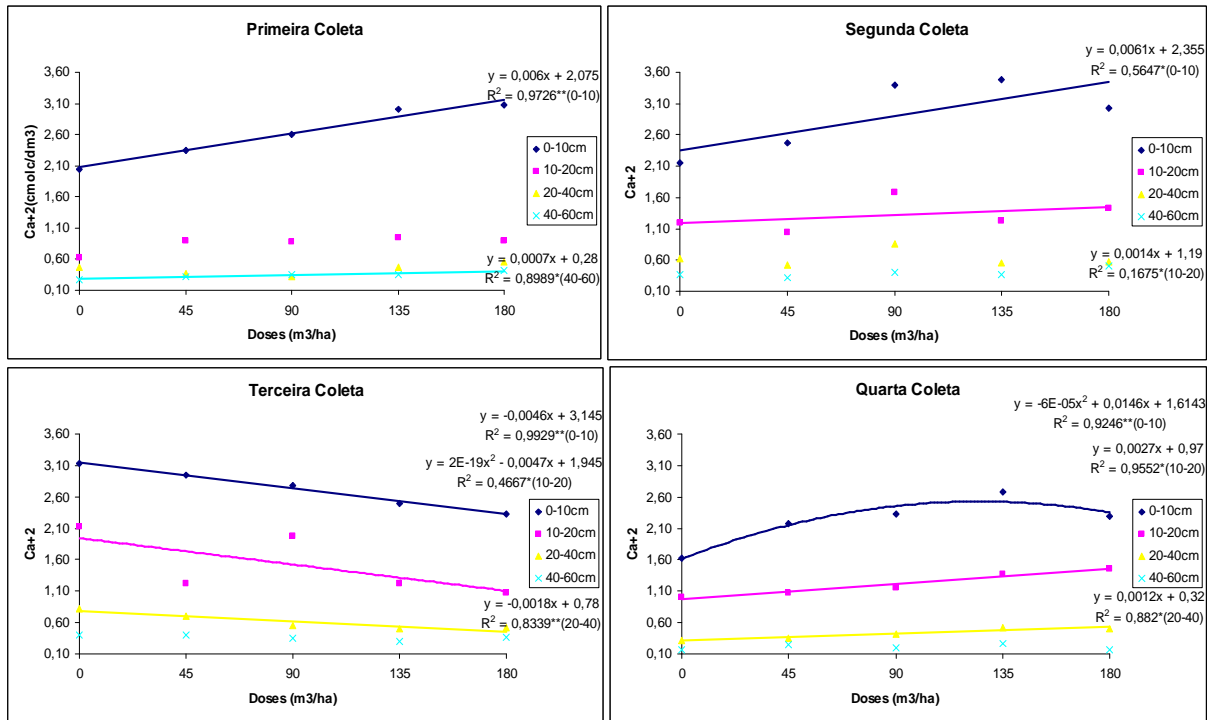
#### 4.2.5 Cálcio

Houve um aumento da concentração de cálcio trocável no solo com a adição de Novogro, sendo este aumento presente nos 10 cm iniciais do solo, de forma linear e crescente até a segunda coleta, com  $p < 0,01$  e  $p < 0,05$ ; respectivamente. Este aumento era esperado devido à biomassa Novogro ter sido corrigida com cal hidratada, apresentando portanto quantidades grandes de cálcio. Estes resultados vão contra o decréscimo de Ca no tecido foliar ocorrido no primeiro corte e

manutenção dos valores para os demais cortes (FIGURA 13), sugerindo que outros fatores tenham contribuído para diminuição da absorção de Ca pelas plantas.

Na terceira coleta ocorreu algo imprevisto, houve um decréscimo das concentrações de cálcio no solo de maneira linear, principalmente nos 20 cm iniciais. Isso pode ter ocorrido devido à terceira coleta coincidir com a maior produção de matéria seca obtida no experimento, sendo esta tanto maior quanto maior as doses de Novogro, por conseguinte sendo exigida maiores quantidades de nutrientes pelas forrageiras a ponto de diminuir as concentrações de cálcio no solo. Na quarta coleta de solo pode se verificar novamente uma resposta positiva a Novogro, tendo sido aplicado  $60 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  em todos os tratamentos conforme explicado nos materiais e métodos.

Os teores de cálcio nos 10 cm iniciais do solo encontravam-se de 2,33 à 3,48  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  caracterizando níveis médios (2-4  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ); já na profundidade de 10-20 cm na primeira coleta, independentemente do tratamento, situavam-se abaixo de 1  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  caracterizando níveis muito baixos e nas coletas posteriores variaram de 1,05 à 1,68  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , caracterizando níveis baixos. A exemplo da primeira coleta a 10-20 cm as camadas mais profundas que 20 cm estiveram todas, independentemente do tratamento ou da coleta, sempre abaixo de 1  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  caracterizando níveis muito baixos, conforme Comissão de Fertilidade do Solo – RS/SC (1994). Teores estes que se encontram em contraste com os solos presentes em 11 unidades de mapeamento do Rio Grande do Sul utilizados por Senger *et al.*(1996), onde mesmo sem adubação já apresentam teores altos de cálcio. Este resultado pode traduzir na necessidade de um fornecimento mais efetivo de cálcio, através de calcário ou gesso agrícola, sendo o gesso preferível para uma adição de cálcio em profundidade.



\* Os números entre parênteses marcam a amostragem das quais as regressões se referem.

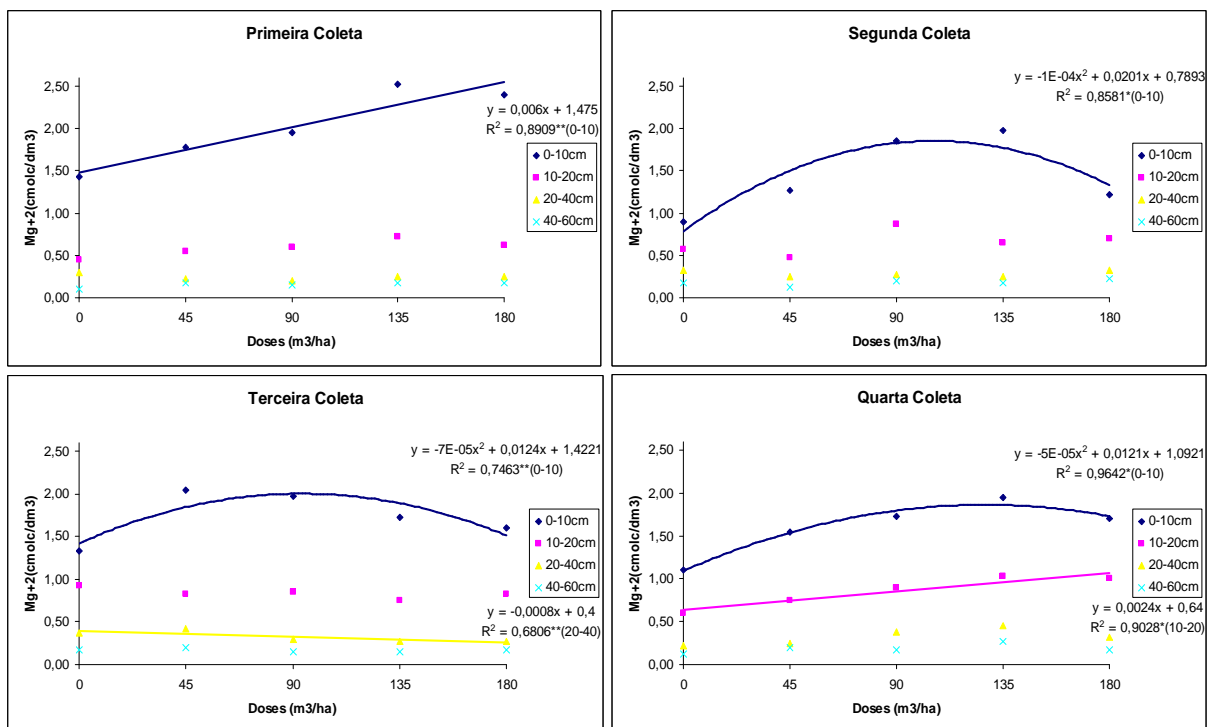
FIGURA 21 - TEOR DE CÁLCIO NO SOLO; NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES, SUBMETIDA A DOSES DE NOVOGRO(RESÍDUO LÍQUIDO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS), NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE, PARANÁ

#### 4.2.6 Magnésio

Foi observado de forma geral uma resposta substancial a aplicação de Novogro apenas nos primeiros 10 cm de solo, sendo na primeira coleta de forma linear e crescente e nas demais de forma quadrática (FIGURA 22). Também foram verificados respostas em 20-40 cm de forma linear e decrescente ( $p < 0,01$ ) na terceira coleta e em 10-20 cm de forma linear e crescente ( $p < 0,05$ ) na quarta coleta, como pode ser visto na figura 22. Acredita-se que a resposta quadrática para 0-10 cm e o abaixamento dos teores de magnésio na terceira coleta a 20-40 cm de profundidade esteja relacionado ao aumento de produção de matéria seca, e por conseguinte maior extração deste nutriente. O menor efeito de Novogro sobre teor de Mg trocável na camada inferior pode estar associada, a menor quantidade de Mg aplicado por meio de Novogro comparativamente ao Ca.

Os teores de magnésio obtidos a 0-10 cm foram todos acima de  $1,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , nos tratamentos que receberam Novogro, considerados muito altos pela Comissão de Fertilidade do Solo – RS/SC (1994). Enquanto os teores a 10-20 cm variaram de 0,45 à  $1,03 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  traduzindo-se em teores desde médios até muito

altos, encontrando-se em sua maior parte nos níveis médio e alto. À 20-40 cm de profundidade os tratamentos se enquadrariam em muito baixos e baixos, com prevalência de muito baixos ( $<0,3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ); a exceção de  $45 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  na terceira coleta e  $135 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  na quarta coleta que apresentariam níveis médios, com  $0,43$  e  $0,45 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , respectivamente. À partir de  $40 \text{ cm}$  todos os tratamentos se enquadrariam em muito baixos segundo a Comissão de Fertilidade do Solo – RS/SC (1994). Senger *et al.* (1996) encontraram teores de magnésio superiores a  $2,89 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  em todas as 11 unidades de mapeamento do Rio Grande do Sul utilizadas em seu trabalho, mesmo essas áreas não tendo sido adubadas. Contudo os teores muito altos de magnésio, obtidos na camada superior, certamente sejam suficientes para o crescimento normal da pastagem.



\* Os números entre parênteses marcam a amostragem das quais as regressões se referem.

FIGURA 22 - TEOR DE MAGNÉSIO NO SOLO; NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES, SUBMETIDA A DOSES DE NOVOGRO (RESÍDUO LÍQUIDO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS), NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE, PARANÁ

#### 4.2.7 Potássio

Para o potássio verificou-se resposta a aplicação de Novogro em todas as profundidades, mostrando a mobilidade deste elemento no solo, exceto em 20-40 cm na primeira coleta e em 0-10 e 40-60 cm na terceira. A maior resposta foi obtida

nos 10 cm iniciais da primeira coleta, onde apresentou aumento linear, chegando a  $0,33 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , conforme figura 23. O efeito substancial já na primeira coleta, quase dobrando os teores de potássio no solo para as profundidades iniciais, também mostra como o potássio se encontra prontamente disponível. Em trabalho em Tocantis, Araújo *et al.*(2008) também observou aumentos nos teores de potássio no solo ao utilizar diferentes fontes de matéria orgânica na adubação, mostrando a liberação deste nutriente por compostos orgânicos, com destaque ao esterco bovino.

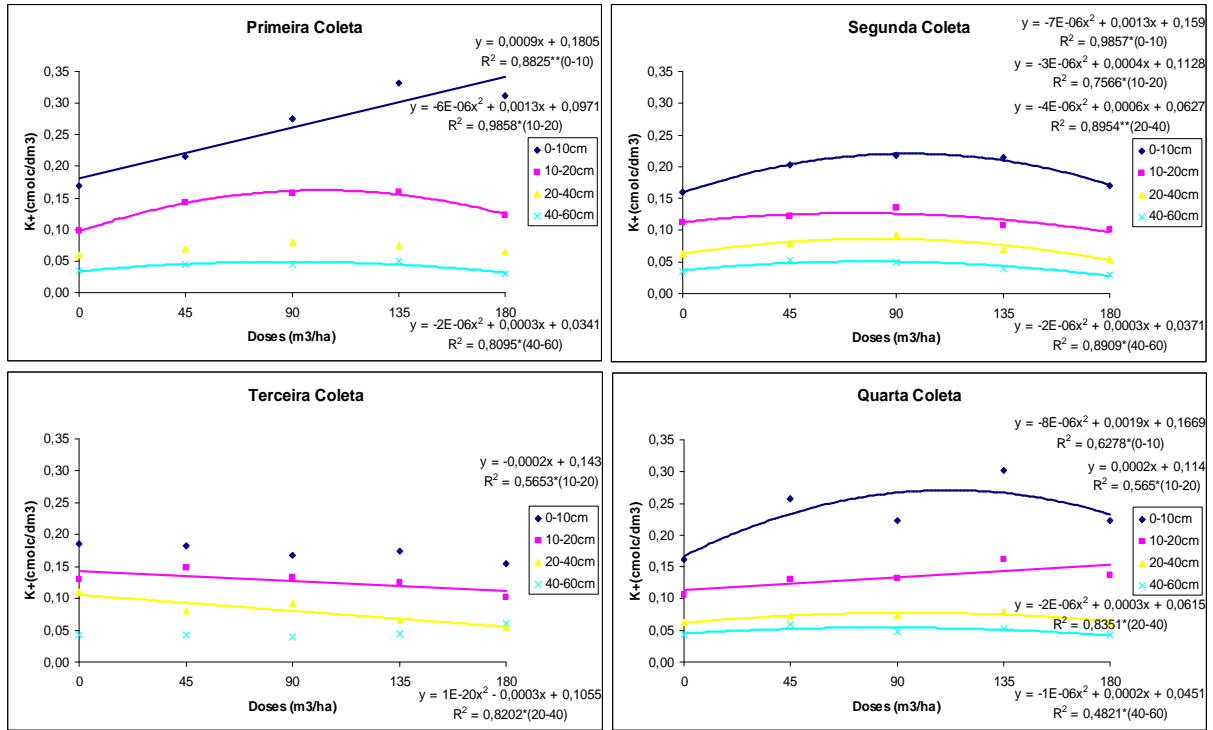
Na segunda coleta todas as respostas em todas as profundidades foram quadráticas culminando em uma resposta linear e decrescente na terceira coleta para as profundidades de 10-20 e 20-40 cm, o que mostra o baixo poder residual desse elemento. Tendo os abaixamentos dos teores de potássio relacionados a lixiviação e ao aumento progressivo da produção de matéria seca, culminando a maior produtividade do experimento na terceira coleta. Macedo, Brasil e Patella (1979) também observou decréscimos nos teores de potássio no solo com o tempo, em experimento com forrageiras que recebiam adubação de manutenção no Rio Grande do Sul. Já na quarta coleta foram adicionados  $60 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  de Novogro, conforme materiais e métodos, explicando a recuperação dos níveis de potássio no solo.

Os teores de potássio encontrados apresentaram-se sempre muito relacionados com a profundidade amostrada, para todas as coletas, onde os maiores teores sempre foram observados nos 10 cm iniciais e decresciam conforme o aumento da profundidade. Isso era esperado, visto que o K é um dos elementos mais associados a ciclagem de nutrientes.

Os teores de potássio encontrados nos primeiros 10 cm de solo, na primeira coleta, variaram de médios ( $0,15-0,30 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ), nos tratamentos testemunha, 45, 90  $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ; a altos( $0,30-0,40 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ), nos tratamentos 135, 180  $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ . Nas demais coletas, realizadas a profundidade de 10 cm, todos os tratamentos obtiveram teores médios. Para a profundidade de 10-20 cm, na primeira coleta, variaram de baixos( $0,10-0,15 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ), nos tratamentos testemunha, 45, 180  $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ; a médios( $0,15-0,30 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ), nos tratamentos 90, 135  $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ . Já nas coletas posteriores encontraram-se todos em níveis baixos, a exceção de 135  $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$  na quarta coleta quando apresentou  $0,16 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ . E por fim nas profundidades de 20-40 e 40-60 os teores se apresentaram muito baixos ( $<0,10 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ),



independentemente da coleta. Todos os teores de potássio foram analisados conforme níveis sugeridos pela Comissão de Fertilidade do Solo – RS/SC (1994).



\* Os números entre parênteses marcam a amostragem das quais as regressões se referem.

FIGURA 23 - TEOR DE POTÁSSIO NO SOLO; NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES, SUBMETIDA A DOSES DE NOVOGRO(RESÍDUO LÍQUIDO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS), NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE, PARANÁ

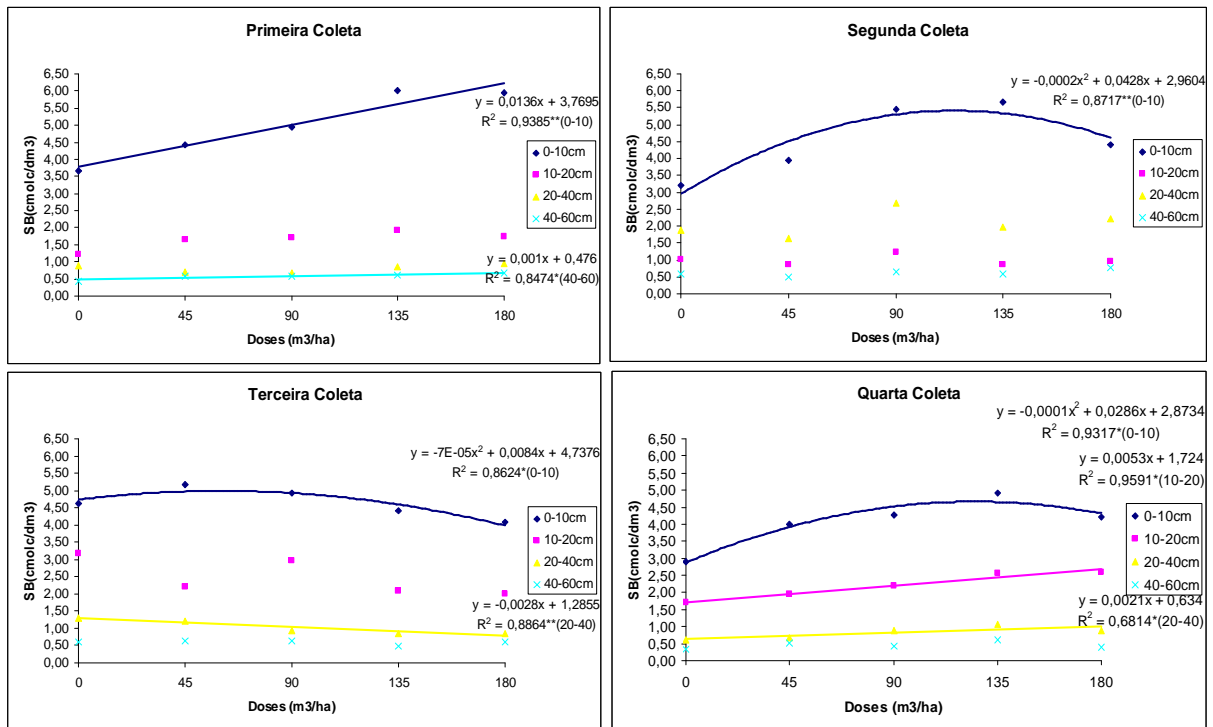
#### 4.2.8 Soma de bases ( $Ca^{+2} + Mg^{+2} + K^{+} + Na^{+}$ )

É possível notar um aumento da soma de bases no solo principalmente de 0-10 cm de profundidade e quanto mais próximo da aplicação de Novogro (FIGURA 24). Esse comportamento era esperado devido a adição de bases proporcionada por Novogro, efeito direto, bem como pelo aumento do pH devido suas características corretivas, precipitando o alumínio presente, por conseguinte sobrando mais sítios de adsorção para as bases, efeito indireto. Colaborando com o presente trabalho, Araujo *et al.*(2008) utilizando-se de diferentes adubos orgânicos também obteve um acréscimo na saturação por bases do solo a profundidades de 20 cm.

Elevação da soma de base até a camada de 40 cm de profundidade na última coleta sugere a possibilidade de movimentação de bases com o decorrer do tempo, indicando que aplicações contínuas na mesma área podem atuar no aumento de

base em profundidade como fora observado por Barcellos (2005), quando da aplicação de resíduos orgânicos.

Foi observado também que esse aumento na soma de bases do solo era inicialmente linear e crescente, para primeira coleta quando foi aplicado Novogro, e depois se torna quadrático.



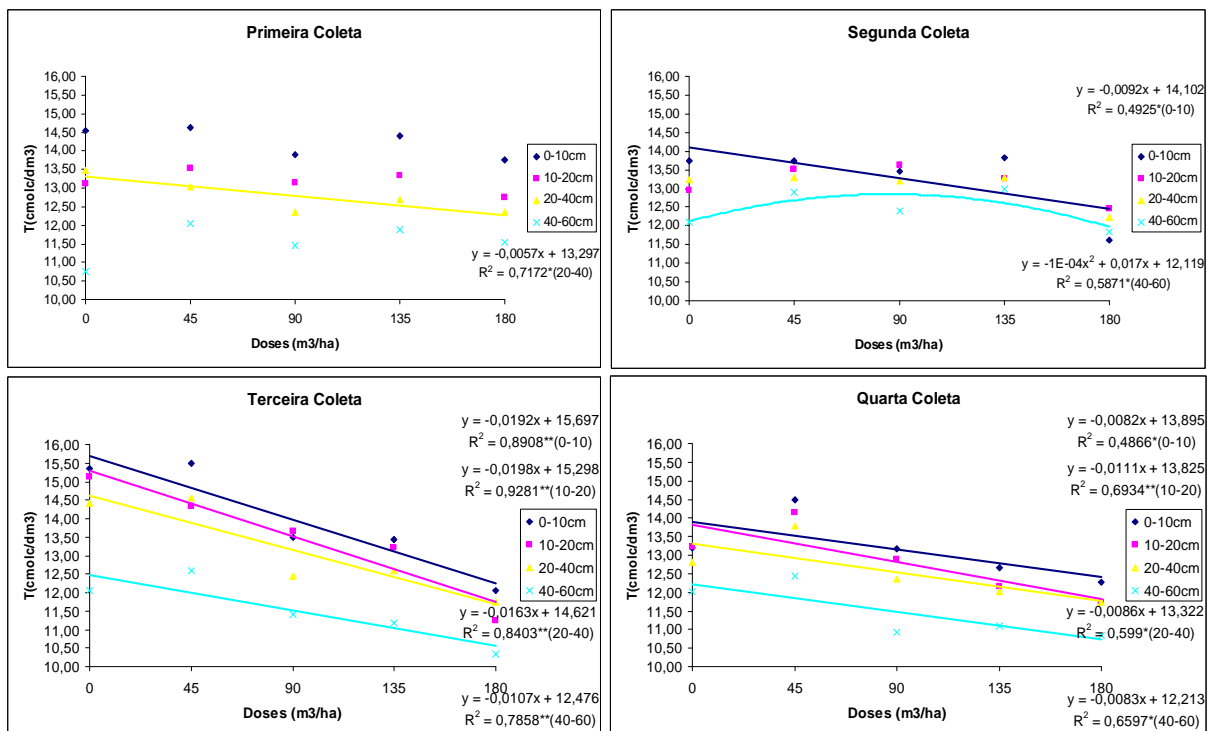
\* Os números entre parênteses marcam a amostragem das quais as regressões se referem.

FIGURA 24 - SOMA DE BASES DO SOLO; NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES, SUBMETIDA A DOSES DE NOVOGRO(RESÍDUO LÍQUIDO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS), NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE, PARANÁ

#### 4.2.9 T (CTC à pH 7,0)

A influência de Novogro sobre a CTC à pH 7,0 foi totalmente inesperada e contrária as expectativas. Visto que não se pode negar uma tendência do abaixamento da CTC à medida que foi aplicado quantidades crescentes de Novogro. Esse decréscimo de CTC chegou a 3,88  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$  na terceira coleta para a profundidade 10-20 cm, o que equivale a 25,6% da CTC total registrada na testemunha. Já Araújo *et al.*(2008) obteve uma resposta positiva trabalhando com a CTC efetiva através do uso de fontes de matéria orgânica, em Tocantins.

Acreditava-se que dois fatores poderiam ser capazes de influir na CTC do solo, o pH e a MO, e para ambos refletiriam no aumento do valor de T nas presentes condições. Pois a biomassa Novogro provém de material orgânico logo aumentaria a MO na superfície, aumentando a CTC nas profundidades iniciais; e o pH apresentou aumento o que também atuaria no favorecimento da produção de cargas negativas pelos colóides do solo. Os resultados levam a concluir que possivelmente a metodologia utilizada não é a ideal para este caso.



\* Os números entre parênteses marcam a amostragem das quais as regressões se referem.

FIGURA 25 - CTC DO SOLO; NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES, SUBMETIDA A DOSES DE NOVOGRO(RESÍDUO LÍQUIDO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS), NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE, PARANÁ

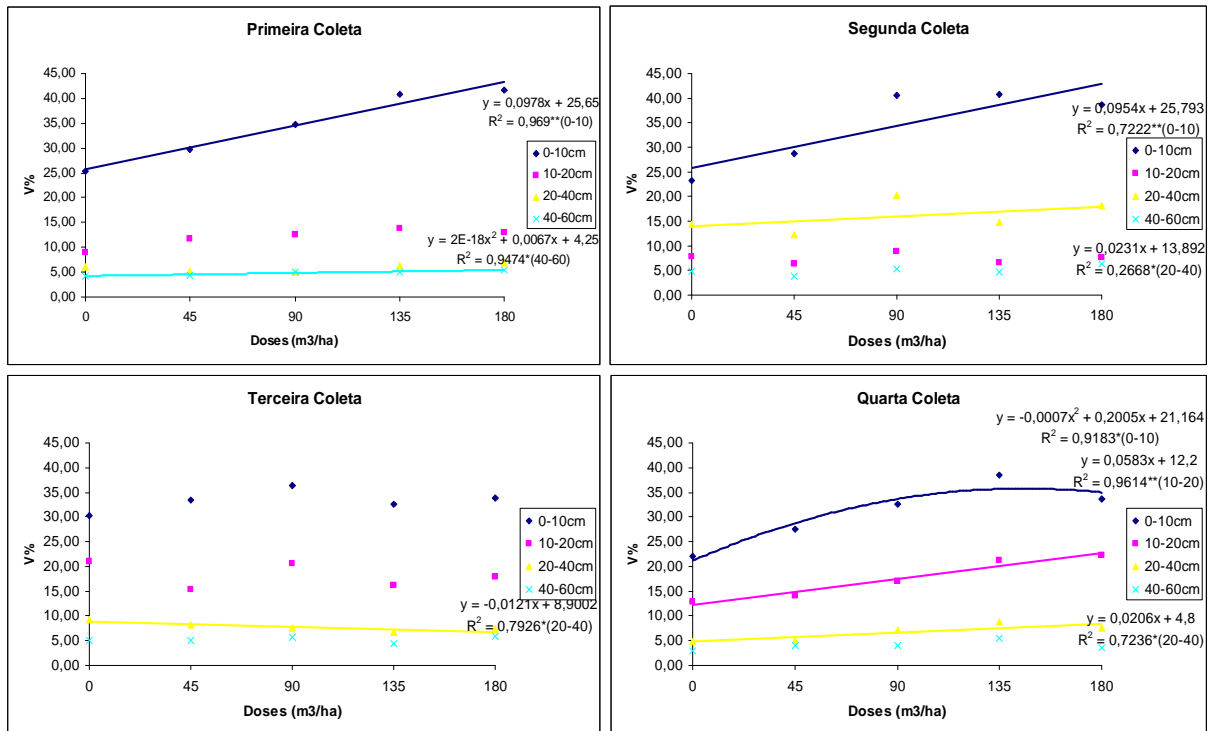
#### 4.2.10 Saturação por bases (V%)

Foi verificado um aumento da porcentagem de bases ocupando os sítios de adsorção do solo, com aplicações crescentes de Novogro, principalmente nos 10 cm iniciais, com respostas muito similares aos resultados obtidos para soma de bases. Na primeira e segunda coleta obteve-se uma resposta linear e crescente, nos primeiros 10 cm, fato esperado, visto que houve um aumento de pH proporcionando

hidrolise do alumínio presente na forma trocável no solo e garantindo mais cargas para a adsorção de cátions, bem como o fornecimento de grandes quantidades de bases através de Novogro. Sendo o maior aumento no V% constatado na primeira coleta na região de 0-10 cm com variação de 16,5% entre a testemunha e 180 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de Novogro, conforme figura 26. Contudo também houveram respostas pouco expressivas em 40-60 cm na primeira coleta, com amplitude de 1% entre tratamentos; e em 20-40 cm na segunda e terceira coleta, com amplitude de 4 e 2% entre tratamentos; respectivamente, mas que não proporcionam grandes ganhos às plantas.

Na terceira coleta já não existe uma resposta em 0-10 cm provavelmente devido ao consumo de nutrientes imposto pelas forrageiras, fato já observado anteriormente na discussão das soma de bases. Em seqüência na quarta coleta foi observado uma nova retomada do V% com aumentos apurados em 0 a 40 cm de profundidade, em virtude da nova aplicação de Novogro.

Mesmo com esse aumento das bases presentes no solo, ainda não é o suficiente para corrigi-lo, visto que o maior valor de V% atingido no experimento foi de 42% sendo este valor abaixo da necessidade da grande maioria das culturas e mesmo das forrageiras. Conforme Boletim Técnico,100, IAC (1997) para o terceiro grupo de gramíneas, classificação em que se enquadram as gramíneas do presente trabalho, recomenda-se um V% de 40%, condição esta apenas atingida por quatro vezes no experimento e ainda assim apenas na camada superficial de 0-10 cm. Tornando necessário maiores intervenções através de maiores doses de corretivos.



\* Os números entre parênteses marcam a amostragem das quais as regressões se referem.

FIGURA 26 - SATURAÇÃO DE BASES DO SOLO; NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES, SUBMETIDA A DOSES DE NOVOGRO(RESÍDUO LÍQUIDO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS), NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE, PARANÁ

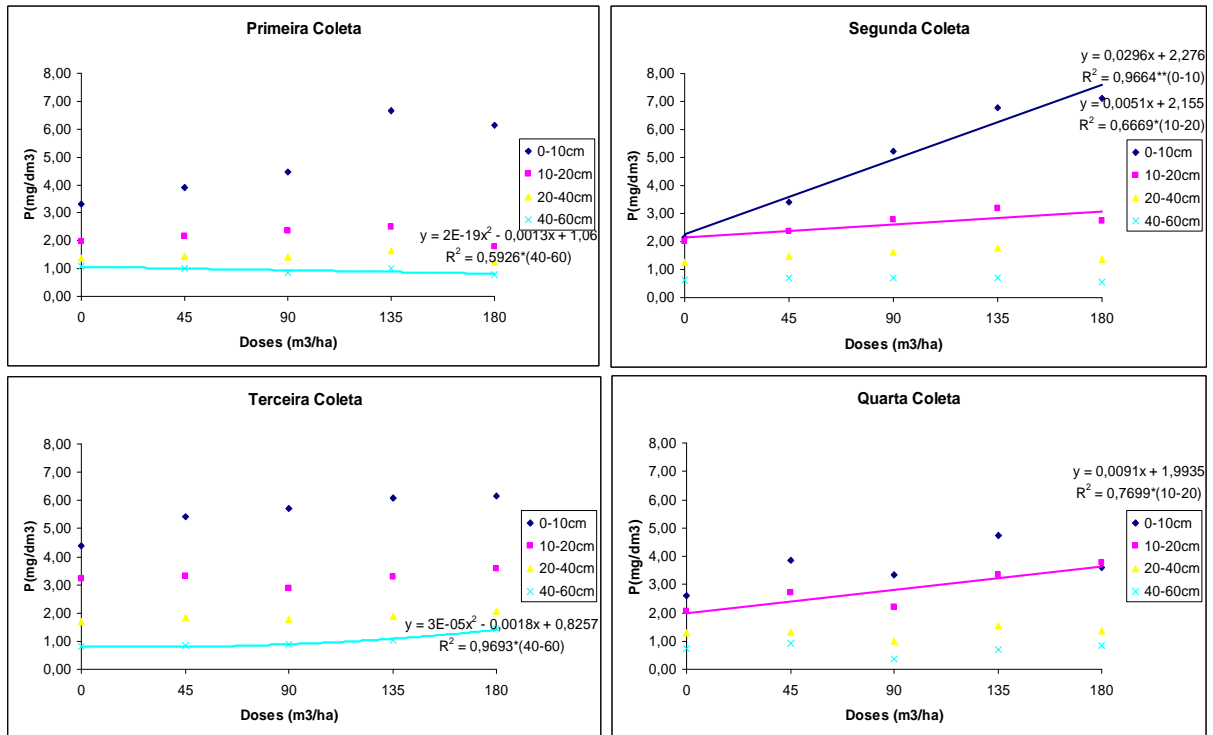
#### 4.2.11 Fósforo disponível

Os teores encontrados de fósforo estiveram sempre maiores nas camadas mais superficiais do solo, decrescendo à medida que aumentava-se a profundidade estudada (FIGURA 27). Na primeira coleta os dados não adotaram uma disposição que gerasse uma equação de primeiro ou segundo grau. Mas houve uma expressiva elevação do P com o aumento das doses de Novogro aplicada, sendo constatado pela análise de variância e teste de médias. Já uma resposta linear e crescente foi observada para a segunda coleta nas camadas de 0-10 e 10-20 cm (FIGURA 27). Essa resposta era esperada devida a alta quantidade de fósforo presente em Novogro e por esse nutriente apresentar pouca mobilidade no solo, propiciando o seu acúmulo nas partes mais superficiais, como o verificado. Araújo *et al.*(2008), em experimento em Tocantins, também observou um aumento no fósforo disponível nos 20 cm iniciais do solo, quando aplicado esterco de galinha.

Posteriormente, na quarta coleta verificou-se novamente acréscimo entre 10-20 cm de profundidade, a exemplo do constatado na segunda coleta. Roveda *et al.*(2007) usando também a biomassa Novogro em experimento de adubação para culturas anuais sob plantio direto também observou aumentos de fósforo nas camadas superficiais. Outros autores que obtiveram resultados similares colaborando para o presente trabalho foram Sá (1999); Macedo, Brasil e Patella (1979). Entretanto não foi visto efeito na primeira e terceira coleta havendo curiosamente resposta a 40-60 cm de profundidade e de maneira pouco organizada, sendo ambas quadráticas. Onde na primeira coleta houve um decréscimo após aplicação do resíduo, com amplitude máxima de  $0,30 \text{ mg dm}^{-3}$ ; e na terceira coleta houve um acréscimo, com amplitude máxima de  $0,63 \text{ mg dm}^{-3}$ . Essas resposta são de pouca utilidade prática visto que os teores de fósforo nestas profundidades continuam muito baixos (Comissão de Fertilidade do Solo – RS/SC, 1994).

Os teores de fósforo encontrados a 0-10 cm variaram, na primeira e segunda coleta, de muito baixo ( $<4 \text{ mg dm}^{-3}$ ) para testemunha e  $45 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ; à baixo ( $4-8 \text{ mg dm}^{-3}$ ) para 90, 135 e  $180 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ . Já na terceira coleta todos os tratamentos encontrados nos 10cm iniciais foram baixos. Enquanto na quarta coleta obtiveram teores muito baixos de fósforo, com exceção  $135 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , a 0-10 cm, que mostrou-se em níveis baixos. Profundidades superiores a 10 cm mantiveram-se sempre a níveis muito baixos deste nutriente independente da coleta, conforme Comissão de Fertilidade do Solo – RS/SC (1994). Senger *et al.*(1996) e Agostini e Kaminski (1976) também obtiveram teores similares de fósforo no solo estudando campos nativos no Rio Grande do Sul.

Esses resultados, bem como de Senger *et al.*(1996); Macedo, Brasil e Patella (1979) e Agostini e Kaminski (1976); enaltecem o quão deficientes os solos do Brasil são em fósforo. Tornando necessária a correção desse nutriente para uma maior produtividade bem como no fornecimento de forragens de melhor qualidade para os animais. Contrastando com esse panorama encontram-se as áreas com culturas anuais de produção, que recebem doses pesadas de corretivos, como o encontrado por Roveda *et al.*(2007).



\* Os números entre parênteses marcam a amostragem das quais as regressões se referem.

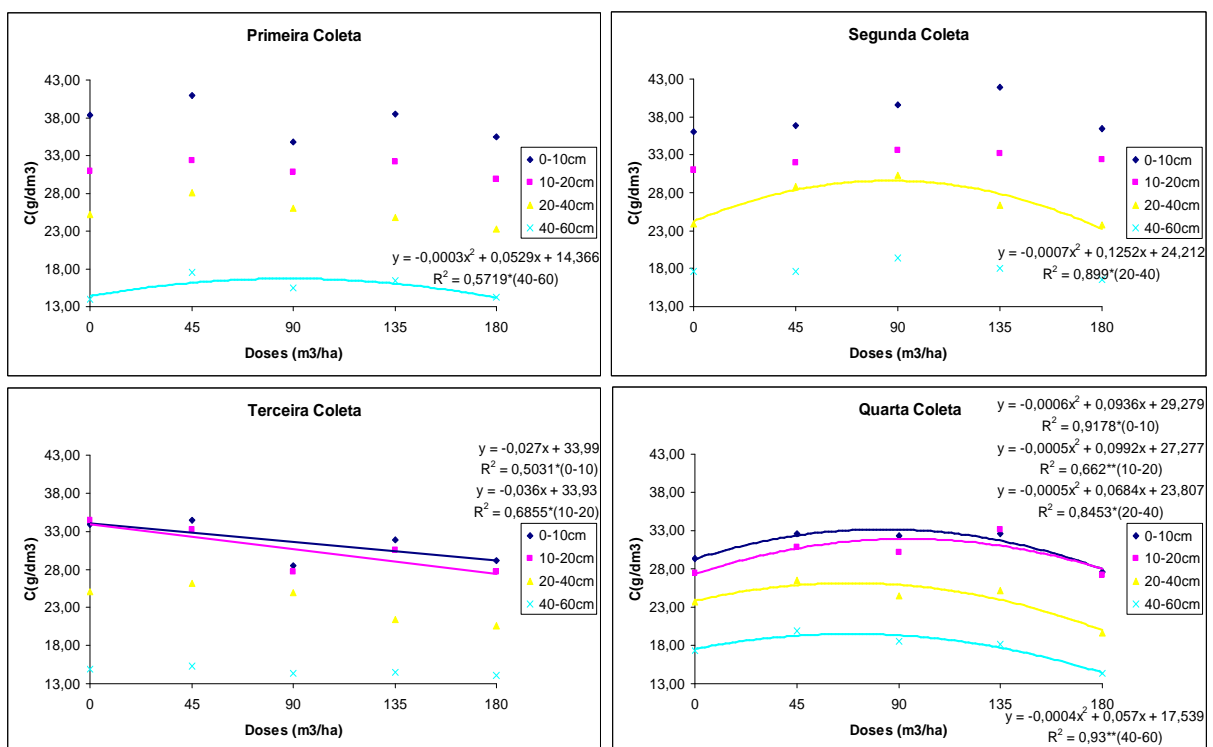
FIGURA 27 - TEOR DE FÓSFORO DISPONÍVEL NO SOLO; NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES, SUBMETIDA A DOSES DE NOVOGRO(RESÍDUO LÍQUIDO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS), NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE, PARANÁ

#### 4.2.12 Carbono orgânico do solo

Pode-se constatar que ao aumentar a profundidade estudada diminuía-se o teor de carbono progressivamente (FIGURA 28), fato amplamente conhecido para solos de natureza não hidromórfica ou sem impedimentos aparentes para infiltração de água. Nas duas primeiras coletas não foi verificado nenhuma resposta a nível superficial, até 20 cm, sendo observadas respostas quadráticas de 40-60 cm para primeira coleta e de 20-40 cm para segunda coleta (FIGURA 28). Barcelar *et al.*(2001) a exemplo do ocorrido nas primeiras coletas não obtiveram resposta significativa de alteração dos teores de carbono orgânico do solo aplicando lodo de esgoto alcalinizado em Cambissolo Húmico, Paraná. À partir da terceira coleta constatou-se um decréscimo sob forma linear do teor de carbono no solo, para 0-20 cm, sendo este tanto maior quanto a dose de biomassa Novogro aplicada. E por fim na quarta coleta todas as profundidades obtiveram respostas quadráticas, já apresentando teores totais de carbono inferiores às coletas antecessoras. O resultado obtido é contrário as expectativas, esperava-se um aumento do carbono

orgânico do solo devido ao aumento de produção de matéria seca o que não aconteceu. Não se sabe quais fatores poderiam atuar para o decréscimo do carbono orgânico nestas condições, levando-se a concluir que possivelmente a metodologia utilizada não é a ideal para este caso.

Os teores de carbono encontrados no solo estiveram sempre em níveis muito altos (>20 g dm<sup>-3</sup>) para profundidades de até 40 cm e níveis altos (14-20 g dm<sup>-3</sup>) para 40-60 cm, mesmo com o decréscimo constatado entre uma coleta e outra, conforme Comissão de Fertilidade do Solo – RS/SC (1994) .



\* Os números entre parênteses marcam a amostragem das quais as regressões se referem.

FIGURA 28 - TEOR DE CARBONO NO SOLO; NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES, SUBMETIDA A DOSES DE NOVOGRO(RESÍDUO LÍQUIDO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS), NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE, PARANÁ

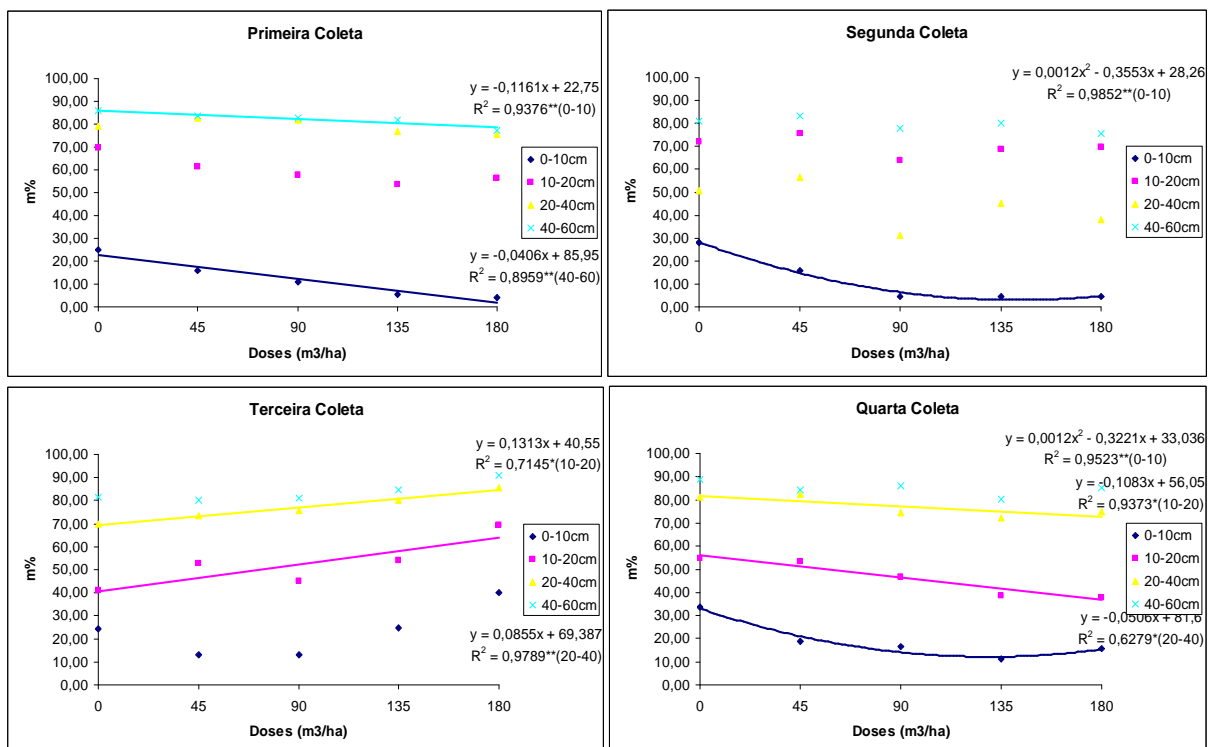
#### 4.2.13 Saturação por alumínio (m%)

Uma resposta oposta a obtida para V% e soma de bases foi verificada para o m%, ou seja, havia uma grande relação entre a profundidade amostrada e os níveis percentuais de sítios de adsorção preenchidos pelo alumínio, onde quanto maior a profundidade maior era o m%.



Pode ser vista uma grande redução do m% nos primeiros 10 cm de solo, comportando-se de maneira linear e decrescente na primeira coleta, tendo o menor valor alcançado 4,25% no tratamento 180 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, e de forma quadrática na segunda e quarta coleta (FIGURA 29). Este comportamento pode ser explicado pelo maior efeito de aumento no pH, proporcionado pela aplicação de Novogro, ter ocorrido mais próximo da superfície, neutralizando parte do alumínio presente no solo. Nas outras profundidades foram obtidos valores muito altos de m%, sendo estes maiores que 40%. Tendo na primeira coleta, a 40-60 cm de profundidade (p<0.01), e na quarta coleta, a 10-20 (p<0.01) e 20-40 cm (p<0.05) de profundidade, respostas lineares e decrescentes. Enquanto na terceira coleta, a 10-20 (p<0.05) e 20-40 cm (p<0.01) de profundidade, houve uma resposta linear crescente as doses de Novogro.

Estes valores altos de m% podem afetar negativamente o desenvolvimento radicular das plantas, tornando necessária uma intervenção maior.



\* Os números entre parênteses marcam a amostragem das quais as regressões se referem.

FIGURA 29 - SATURAÇÃO POR ALUMÍNIO NO SOLO; NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES, SUBMETIDA A DOSES DE NOVAGRO (RESÍDUO LÍQUIDO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS), NO MUNICÍPIO DE FAZENDA RIO GRANDE, PARANÁ

## 5. CONCLUSÕES

Houveram dois panoramas distintos no decorrer do experimento. O efeito da aplicação de Novogro foi pronunciado no primeiro ano, quando foram aplicadas as doses integrais de cada tratamento. Sendo que doses crescentes da Biomassa Novogro em um Cambissolo Háplico sob pastagem naturalizada com *Hemarthria* proporcionaram:

- aumento da produtividade, chegando a aproximadamente 12 Mg ha<sup>-1</sup> de matéria seca no tratamento de 180 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de Novogro
- aumento nos teores do tecido vegetal de N, P, K na primeira coleta, decrescendo seu efeito com o tempo
- Não apresentou efeito sobre os teores de C no tecido vegetal
- abaixamento da relação C/N da planta
- aumento do pH CaCl<sub>2</sub> e SMP do solo, mas ainda inferiores ao recomendado para forrageiras (pH 5,5 em água) nas doses aplicadas.
- redução do Al, H+Al e m% do solo
- aumento nos níveis de Ca do solo principalmente nos 10 cm iniciais, contrastando com o descréscimo de Ca no teor foliar, variando de baixos (1ano) a adequados (2 ano), podendo outros fatores ter contribuído para a diminuição da absorção pelas plantas
- aumento nos níveis de Mg no solo
- aumento nos níveis do K no solo, principalmente na primeira coleta, tendo as forrageiras apresentado teores adequados deste nutriente
- aumento dos níveis de P do solo, mas ainda com teores baixos e muito baixos embora as forrageiras apresentem teores adequados
- aumento da Soma de Bases e V%, entretanto nas doses aplicadas valores ainda menores que o recomendado para forrageiras

Já no segundo ano de experimento, quando foi aplicada uma dose de Novogro de 60 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> a todos os tratamentos, na grande maioria das análises não foram verificadas diferenciações entre os tratamentos, revelando um efeito residual pouco pronunciado.

Concluindo, a biomassa Novogro apresenta uma grande capacidade de fornecimento de nutrientes as pastagens e, principalmente, atua como corretivo de acidez do solo. Revela-se portanto uma grande alternativa para correção e adubação dos solos aos agricultores próximos a indústria, além de proporcionar um destino sustentável e passível de gerar divisas a Novozymes Latin America LTDA.

## REFERÊNCIAS

AGOSTINI, J.A.E. e KAMINSKI, J. Estudo preliminar das concentrações de nutrientes minerais de solos e pastagens naturais ocorrentes em diferentes regiões do Rio Grande do Sul. **Revista Centro Ciências Rurais. Rio Grande do Sul**, 6(4) p. 385-406, dezembro 1976.

ALVIM, M.J.; XAVIER, D.F.; VERNEQUE, R.S e BOTREL, M.A. Resposta do Tifton 85 a doses de nitrogênio e intervalos de cortes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.34, n.12, p. 2345-2352, dezembro 1999.

AMARAL, A. S.; ANGHINONI, I.; HINRICHS, R.; BERTOL, I. Movimentação de partículas de calcários no perfil de um Cambissolo em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28: p. 359-367, 2004.

ARAUJO, L.C., SANTOS, A.C., FERREIRA, E.M. e CUNHA, O.F.R. Fontes de matéria orgânica como alternativa na melhoria das características químicas do solo e produtividade do capim-Mombaça. **Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v.6, n.1, p. 65-72, janeiro/março 2008.

BARCELAR, C. A.; ROCHA, A. A.; LIMA, M. R.; POHLMANN, M. Efeito residual do lodo de esgoto alcalinizado em atributos químicos e granulométricos de um Cambissolo Húmico. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 2, 2001.

BARCELLOS, M. **Adubação orgânica e mineral na produção de culturas em rotação sob plantio direto e nas propriedades químicas do solo da região dos campos gerais do Paraná**. Dissertação de mestrado, UFPR, Curitiba, 30 de maio de 2005.

CAIRES, E. F.; BANZATTO, D. A.; FONSECA, A. F. Calagem na superfície em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas. v. 24, n. 1, p. 161-169, 2000.

CAIRES, E. F.; FONSECA, A. F.; MENDES, J.; CHUEIRI, W.A.& MADRUGA, E.F. Produção de milho, trigo e soja em função das alterações das características químicas do solo pela aplicação de calcário e gesso na superfície, em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas. v. 23, p. 315-327, 1999.

CAVALLET, L. E.; LUCCHESI L. A. C.; MORAES A. de; SCHIMIDT Filho E. **Água residuária da indústria de enzimas incorporada em Podzólico Vermelho-**

**Amarelo e produtividade de batata.** In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 29, 2003, Ribeirão Preto. Anais... Viçosa: SBCS, 2003. CD-Rom.

CAVALLET, L. E.; LUCCHESI, L. A. C.; MORAES, A.; SCHIMIDT, E.; PERONDI, M. A.; FONSECA, R. A. Melhoria da fertilidade do solo decorrentes da adição de enzimas de água residuária da indústria de enzimas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.10, n.3, p.724-729, 2006.

CAVALLET, L. E.; MORAES, A.; SOUZA, M. L. P.; LUCCHESI, L. A. C.; PERONDI, M.; SCHMIDT Filho, E. **Produção de *Phaseolus vulgaris* cultivado em solo fertilizado com água residuária de indústria de enzimas.** In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 24, 1993, Goiânia. Resumos... Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1993. p. 271-272.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO-RS/SC. **Recomendação de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.** 3 ed. Passo Fundo: SBCS-núcleo regional Sul, 1994.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO-RS/SC. **Recomendações de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.** Sociedade Brasileira de Ciências do Solo. 10ª ed. Porto Alegre, p. 400, 2004.

CORREA, D.A.; SCHEFFER-BASSO, S.M. e FONTANELI, R.S. Efeito da fertilização nitrogenada na produção e composição química de uma pastagem natural. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.10, n.1, p. 17-23, 2006.

COSTA, K.A.P. **Doses e fontes de nitrogênio na recuperação de pastagem de capim-Marandu em solo de cerrado.** Tese de doutorado, Universidade Federal de Lavras, Lavras, p. 95, 2007.

COSTA, K.A.P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I.P.; RODRIGUES, C. e SEVERIANO, E.C. R. Doses e fontes de nitrogênio em pastagem de capim-Marandu. I – Alterações nas características químicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32 p. 1591-1599, 2008.

CUNHA, M.K.; SIEWERDT, L.; SILVEIRA JÚNIOR, P. e SIEWERDT, F. Doses de nitrogênio e enxofre na produção e qualidade da forragem de campo natural de planossolo no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v 30(3) p. 651-658, 2001.

DAMÉ, P.R.V.; ROCHA, M.G.; QUADROS, L.F.; PEREIRA, C.F.S. Estudo florístico de pastagem natural sob pastejo. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.5, n.1, p. 45-49, 1999.

DURIGON, R.; CERETTA, C.A.; BASSO, C.J.; BARCELLOS, L.A.R. e PAVINATO, P.S. Produção de forragem em pastagem em pastagem natural com o uso de esterco líquido de suínos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26 p. 983-992, 2002.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – (Embrapa). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, Embrapa Produção de Informação, p. 412, 2006.

FERREIRA, A. S.; CAMARGO, F. A. O; TEDESCO, M. J.; BISSANI, C. A. Alterações de atributos químicos e biológicos de solo e rendimento de milho e soja pela utilização de resíduos de curtume e carbonífero. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, p. 755-763, 2003.

GATIBONI, L.C.; KAMINSKI, J.; PELLEGRINI, J.B.R.; BRUNETTO, G.; SAGGIN, A. e FLORES, J.P.C. Influência da adubação fosfatada e da introdução de espécies forrageiras de inverno na oferta de forragem de pastagem natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.8, p. 1663-1668, agosto 2000.

HAVLIN, J.L.; KISSEL, D.E.; MADUX, L.D.; CLAASSEN, M.M.; LONG, J.H. Crop rotation and tillage effects on soil organic carbon and nitrogen. **Soil Science Society of America**. J. 54 p. 448-452, 1990.

IAPAR. **Cartas climáticas do Estado do Paraná: 1994**. Londrina, 1994.

IAPAR. **Cartas climáticas do estado do Paraná**. Ed. 2000. Disponível em: <[http://iapar.br/Sma/Cartas\\_Climaticas /Cartas\\_Climaticas.htm](http://iapar.br/Sma/Cartas_Climaticas/Cartas_Climaticas.htm)>. Acessado em 23/06/2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. **Resultado do Censo agropecuário 2006 para o estado do Paraná (resultado preliminar)**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=pr&tema=censoagro>>. Acesso em: 11/02/2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. **Resultado de informações sobre o Brasil para o meio ambiente – censo 2003**. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/paisesat/>>. Acesso em: 11 fevereiro 2009.

ISHERWOOD, K. F. **World plant nutrient resources: directions for the next century**. In: SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S.; LOPES, A. S.; F. M. S., LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G., FAQUIM, V., FURTINI, A. E., CARVALHO, J. G. Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas. Viçosa: SBCS, p. 123-142, 1999.

LARSEN, A. B.; FUNCH, F. H.; HAMILTON A. H. The use of fermentation sludge as a fertilizer in agriculture. **Water Science Technology**, London, v. 24, p.33-42, 1992.

MACEDO, W.; BRASIL, N.E. e PATELLA, J.F. **Calcário** na implantação em cobertura de leguminosas de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, ?????? 14(2) p. 125-134, abril 1979.

MARQUES, R.; MOTTA, A.C.V. **Análise Química do solo para fins de fertilidade**. IN: manual de diagnóstico da fertilidade e manejo dos solos agrícolas. Curitiba-PR Universidade Federal do Paraná, 2º ed. 2003.

MAZZA, L.M.; FERRARO, F.P.; GARCIA, R.F.; CHEROBIM, V.F.; MOTTA, A.C.V. e MORAES, A. **Efeito da adubação nitrogenada na composição química de uma pastagem de capim Mombaça (*Panicum maximum*) na região metropolitana de Curitiba**. In: FertBio, 2008.

MELO, W.J., MARQUES, M.O., MELO, V.P., CINTRA, A.A.D. Uso de resíduos em hortaliças e impacto ambiental. **Horticultura Brasileira**, v. 18, p. 67-82, 2000.

MINSON, D.J. **Effect of chemical and physical composition of herbage eaten upon intake**. In: HACKER, J.B. (Ed.) Nutritional limits to animal production from pastures. Queensland: Farnham Royal, CAB, p.167-182, 1982.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1984. **Nutrient requeriments of beef cattle**. 6. ed. Washington, D. C. 90p.,1984.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1996. **Nutrient requeriments of beef cattle**. 7. ed. Washington, D. C. 54-59p., 1996.

NOLLER, C. H.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; QUEIROZ, D. S. **Determinando as exigências nutricionais de animais em pastejo**. In.: 13<sup>o</sup> Simpósio sobre manejo de Pastagens, Piracicaba, 1996. Anais.... Piracicaba, SP:FEALQ, p. 319-352, 1996.

OLIVEIRA, O.L.; BARRETO, I.L. Efeito de calcário e método de semeadura no comportamento de espécies forrageiras temperadas no melhoramento de pastagem natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, série zootecnia, Rio de Janeiro, v.11, n.5, p. 49-56, 1976.

QUADROS, D.G.; RODRIGUES, L.R.A., FAVORETTO, V; MALHEIROS, E.B.; HERLING, V.R. e RAMOS, A.K.B. Componentes da produção de forragem em pastagens dos capins Tanzânia e Mombaça adubadas com quatro doses de NPK. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p. 1333-1342, 2002(suplemento).

QUAGGIO, J.A.; RAIJ, B.VAN. Comparação de Métodos Rápidos para Determinação da Matéria Orgânica em Solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 3, p. 184-187, 1979.

RAIJ, B. van., CANTARELLA, H., QUAGGIO, J.A., FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo e Fundação IAC, p. 285, 1996. (Boletim Técnico, 100).

REISSMAN, B. C.; MARTINS, A.P.L. Material vegetal e as rotinas laboratoriais nos procedimentos químico analíticos. **Scientia Agrária**, Curitiba, v.8, n.1. p. 1-17, 2007.

ROVEDA, L.F.; MOTTA, A.C.V.; SANTIN, D.; BENEDETTI, E.C.; GABARDO, J.; DIONÍSIO, A.; PIMENTEL, J.C.; VICENTE, V.A.; MAFIUM, E.G.F. **Avaliação de resíduos de fabricação de enzimas na produtividade e crescimento de plantas na agricultura**. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2007, Gramado. Anais...Gramado: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2007.

SÁ, J. C. de M. **Manejo da fertilidade do solo no sistema plantio direto**. In: Siqueira, J. O.; Moreira, F. M. S.; Lopes, A. S, Guilherme.; L. R. G.; Faquim, V.; Furtin Neto, A. E. E Carvalho.; J. G. (eds). Interrelação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas. Lavras: SBCS, p. 267-319, 1999.

SENGER, C.C.D.; SANCHEZ, L.M.B.; PIRES, M.B.G. e KAMINSKI, J. Teores minerais em pastagens do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.31, n.12, p. 897-904, dezembro 1996.

SIEWERDT, L.; NUNES, A.P. e SILVEIRA JÚNIOR, P. Efeito da adubação nitrogenada na produção e qualidade da matéria seca de um campo natural de planossolo no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.1, n.3, p. 157-162, setembro/dezembro 1995.

SILVA, R.M.; SIEWERDT, L., SILVEIRA JÚNIOR, P. e SIEWERDT, F. Níveis e fracionamento da aplicação do nitrogênio nos teores de proteína bruta e macroelementos na forragem de campo natural de planossolo. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.2, n. 3, p. 165-170, setembro/dezembro 1996.

STOBBS. T.H. **Factors limiting the nutritional value of grazed tropical pastures for beef and milk production.** Tropical Grass. St.Lucia, v.9, n.2, p.141-149, 1975.

VAN SOEST, J. **Nutritional ecology of the ruminal.** Cornell I University Press, Ithac, p. 476, 1994.