

DINÂMICA DO NITROGÊNIO INCORPORADO NA FORMA ORGÂNICA EM SOLOS DE VÁRZEA E TERRA FIRME NA AMAZÔNIA CENTRAL

MARISA DE CÁSSIA PICCOLO
Química

Orientador: Prof.Dr. REYNALDO LUIZ VICTORIA

Dissertação apresentada à Escola Superior de
Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São
Paulo, para obtenção do título de Mestre em
Agronomia, Área de Concentração: Energia Nuclear na
Agricultura.

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo - Brasil
Agosto - 1989

P591d Piccolo, Marisa de Cássia
Dinâmica do nitrogênio incorporado na forma orgânica em solos de várzea e terra firme na Amazônia Central. Piracicaba, 1989.
172p.

Bibliografia.

Tese (Mestre) - ESALQ

1. Matéria orgânica em solo - Enriquecimento isotópico - Amazônia Central 2. Nitrogênio em solo - Isótopo estável - Amazônia Central 3. Solo - Amazônia Central 4. Várzea - Solo - Amazônia Central I. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

CDD 631.42

**DINÂMICA DO NITROGÊNIO INCORPORADO NA FORMA ORGÂNICA
EM SOLOS DE VÁRZEA E TERRA FIRME NA AMAZÔNIA CENTRAL**

MARISA DE CÁSSIA PICCOLO

Aprovada em: 01/09/1989

Comissão julgadora:

Prof. Dr. Reynaldo Luiz Victoria

ESALQ/USP

Prof. Dr. Carlos Clemente Cerri

CENA/USP

Prof. Dr. Paulo Cesar Ocheuze Trivelin

CENA/USP



Prof. Dr. Reynaldo Luiz Victoria
Orientador

**DINÂMICA DO NITROGÊNIO INCORPORADO NA FORMA ORGÂNICA
EM SOLOS DE VÁRZEA E TERRA FIRME NA AMAZÔNIA CENTRAL**

MARISA DE CÁSSIA PICCOLO
Química

Orientador: Prof.Dr. REYNALDO LUIZ VICTORIA *LFM*

Dissertação apresentada à Escola Superior de
Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São
Paulo, para obtenção do título de Mestre em
Agronomia, Área de Concentração: Energia Nuclear na
Agricultura.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Agosto - 1989

Ao Prof. Dr. REYNALDO LUIZ VICTORIA

pela amizade e orientação

OFEREÇO

Aos meus pais

e irmãos

DEDICO

AGRADECIMENTOS

- Ao Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), pelas facilidades oferecidas.
- Ao CNPq, FAPESP e CAPES pelo suporte financeiro.
- A University of Washington e University of Stanford pelo suporte financeiro .
- Ao Dr.Bruce Forsberg, Dr.Flávio Luizão e Ms.Regina C. Luizão (INPA) pela grande colaboração na implantação do experimento.
- Aos colegas de pós-graduação, pela amizade e colaboração.
- Ao Ms. Gabriel Adriáns Sarriés pela atenção, amizade e orientação nas análises estatísticas.
- As amigas de todas as horas, Bianca Maria Pedrosa, Maria Valéria Amadio e Maria Terezinha Rampazzo meus sinceros agradecimentos.
- Aos pesquisadores Dr.Jeffrey Richey, Ms.Luiz A. Martinelli, Prof.Dr.Carlos C. Cerri, Prof. Dr.Eiichi Matsui, Prof.Dr.Jefferson Mortatti, pelo apoio.
- Aos amigos da Seção de Isótopos Estáveis e Hidrologia (CENA), pelo apoio e amizade e em especial, a João Jurandir Isaque, José Aurélio Bonassi, Geraldo Arruda Junior e Cláudio L. Gonzaga pela colaboração nas análises isotópicas.
- Ao Prof.Dr. Paulo C.O.Trivelin pelas inúmeras colaborações, críticas e sugestões oferecidas durante a execução deste trabalho; meu AGRADECIMENTO ESPECIAL.
- A todas aquelas inesquecíveis pessoas que contribuíram para a realização deste trabalho

Muito obrigado.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE ABREVIATURAS.....	vii
LISTA DAS FIGURAS.....	viii
LISTA DAS TABELAS.....	xii
RESUMO.....	xvii
SUMMARY.....	xix
1. INTRODUÇÃO.....	. 1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Amazônia: características gerais.....	3
2.2. Várzeas Amazônicas: características gerais.....	5
2.3. Terra firme: características gerais.....	9
2.4. Manejos dos solos na Amazônia.....	12
2.5. Consequências do desmatamento.....	14
2.6. Matéria orgânica no solo.....	16
2.7. Métodos gerais de estudo do balanço do nitrogênio.....	18
2.8. Transformações do nitrogênio no solo.....	20
2.8.1. Amonificação.....	21
2.8.2. Nitrificação.....	22
2.8.3. Imobilização.....	24
2.8.4. Desnitrificação.....	26
2.8.5. Volatilização.....	27
2.8.6. Lixiviação.....	28
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	29
3.1. Delineamento experimental.....	29
3.2. Caracterizações das áreas de estudo.....	33

3.2.1. Várzea.....	33
3.2.2. Terra firme.....	36
3.3. Amostragem de solos para análises químicas.....	40
3.4. Análises das amostras de solos.....	41
3.4.1. Análise de nitrogênio total no solo.....	41
3.4.2. Análise de nitrogênio na forma de amônio e nitrato no solo.....	41
3.4.3. Análise da concentração isotópica de ^{15}N	42
3.5. Parâmetros avaliados.....	42
3.5.1. Nitrogênio total(mg).....	42
3.5.2. Nitrogênio na forma de amônio(μg).....	44
3.5.3. Nitrogênio na forma de nitrato(μg).....	45
3.5.4. Nitrogênio orgânico.....	46
3.6. Análise estatística.....	46
3.6.1. Análises das variáveis sem considerar as profundidades nos microlisímetros.....	46
3.6.2. Análises das variáveis considerando as diferentes profundidades nos microlisímetros.....	47
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	48
4.1. Experimento conduzido na várzea-I.....	48
4.1.1. Transformações do nitrogênio no solo.....	48
4.1.2. Variação dos teores de diferentes formas de nitrogênio no solo em função da profundidade.....	54
4.2. Experimento conduzido na várzea-II.....	62
4.2.1. Transformações do nitrogênio no solo.....	62

4.2.2. Variação dos teores de diferentes formas de nitrogênio no solo em função da profundidade.....	66
4.3. Experimentos conduzidos na terra firme.....	74
4.3.1. Transformações do nitrogênio no solo considerando as coletas conjuntamente.....	74
4.3.2. Experimento conduzido na floresta natural.....	78
4.3.2.1. Transformações do nitrogênio no solo.....	78
4.3.2.2. Variação dos teores de diferentes formas de nitrogênio no solo em função da profundidade.....	80
4.3.3. Experimento conduzido na pastagem.....	88
4.3.3.1. Transformações do nitrogênio no solo.....	88
4.3.3.2. Variação dos teores de diferentes formas de nitrogênio no solo em função da profundidade.....	91
4.3.4. Experimento conduzido na cultura perene.....	99
4.3.4.1. Transformações do nitrogênio no solo.....	99
4.3.4.2. Variação dos teores de diferentes formas de nitrogênio no solo em função da profundidade.....	102
4.4. Balanço do nitrogênio no solo.....	110
4.4.1. Experimentos conduzidos na várzea.....	110
4.4.2. Experimentos conduzidos na terra firme.....	114
5. CONCLUSÕES.....	120
6. SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS.....	122
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	123

APÊNDICE..... 141

LISTA DE ABREVIATURAS

- N : nitrogênio
- Nt : nitrogênio total do solo.
- N-NH₄ : nitrogênio na forma de amônio total do solo.
- N-NO₃ : nitrogênio na forma de nitrato total do solo.
- NtDMV : nitrogênio total do solo derivado do material vegetal marcado com o isótopo de ¹⁵ N.
- N-NH₄DMV : nitrogênio na forma de amônio derivado do material vegetal marcado com o isótopo de ¹⁵ N.
- N-NO₃DMV : nitrogênio na forma de nitrato derivado do material vegetal marcado com o isótopo de ¹⁵ N.
- várzea-I : experimento instalado na várzea no período seco.
- várzea-II : experimento instalado na várzea no período úmido.
- Z: profundidade (cm)

LISTA DAS FIGURAS

	Página
Figura 1: Esquema experimental.....	32
Figura 2: Localização geográfica da ilha de Marchantaria.....	35
Figura 3: Localização geográfica da FUCADA	38
Figura 4: Evolução do nitrogênio do solo (gráfico A) e do material vegetal marcado (gráfico B) em relação ao nitrogênio total recuperado em cada coleta, no experimento instalado na várzea-I.....	53
Figura 5: Dinâmica do nitrogênio total do solo (gráfico A) e do material vegetal incorporado (gráfico B), em diferentes profundidades e épocas de amostragens no experimento instalado na várzea-I.....	57
Figura 6: Dinâmica do amônio total do solo (gráfico A) e do material vegetal incorporado (gráfico B), em diferentes profundidades e épocas de amostragens no experimento instalado na várzea-I.....	59
Figura 7: Dinâmica do nitrato total do solo (gráfico A) e do material vegetal incorporado (gráfico B), em diferentes profundidades e épocas de amostragens no experimento instalado na várzea-I.....	61
Figura 8: Evolução do nitrogênio do solo (gráfico A) e do material vegetal marcado (gráfico B) em relação ao nitrogênio total recuperado em cada coleta, no experimento instalado na várzea-II.....	65

Figura 9: Dinâmica do nitrogênio total do solo (gráfico A) e do material vegetal incorporado (gráfico B), em diferentes profundidades e épocas de amostragens no experimento instalado na várzea-II.....	69
Figura10:Dinâmica do amônio total do solo.(gráfico A) e do material vegetal incorporado (gráfico B), em diferentes profundidades e épocas de amostragens no experimento instalado na várzea-II.....	71
Figura11:Dinâmica do nitrato total do solo (gráfico A) e do material vegetal incorporado (gráfico B), em diferentes profundidades e épocas de amostragens no experimento instalado na várzea-II.....	73
Figura12:Evolução do nitrogênio do solo (gráfico A) e do material vegetal marcado (gráfico B) em relação ao nitrogênio total recuperado em cada coleta, no experimento instalado na floresta natural.....	79
Figura13:Dinâmica do nitrogênio total do solo (gráfico A) e do material vegetal incorporado (gráfico B), em diferentes profundidades e épocas de amostragens no experimento instalado na floresta natural.....	83
Figura14:Dinâmica do amônio total do solo (gráfico A) e do material vegetal incorporado (gráfico B), em diferentes profundidades e épocas de amostragens no experimento instalado na floresta natural.....	85

Figura15:Dinâmica do nitrato total do solo (gráfico A) e do material vegetal incorporado (gráfico B), em diferentes profundidades e épocas de amostragens no experimento instalado na floresta natural.....	87
Figura16:Evolução do nitrogênio do solo (gráfico A) e do material vegetal marcado (gráfico B) em relação ao nitrogênio total recuperado em cada coleta, no experimento instalado na pastagem.....	90
Figura17:Dinâmica do nitrogênio total do solo (gráfico A) e do material vegetal incorporado (gráfico B), em diferentes profundidades e épocas de amostragens no experimento instalado na pastagem.....	94
Figura18:Dinâmica do amônio total do solo (gráfico A) e do material vegetal incorporado (gráfico B), em diferentes profundidades e épocas de amostragens no experimento instalado na pastagem.....	96
Figura19:Dinâmica do nitrato total do solo (gráfico A) e do material vegetal incorporado (gráfico B), em diferentes profundidades e épocas de amostragens no experimento instalado na pastagem.....	98
Figura20:Evolução do nitrogênio do solo (gráfico A) e do material vegetal marcado (gráfico B) em relação ao nitrogênio total recuperado em cada coleta, no experimento instalado na cultura perene.....	101

Figura21:Dinâmica do nitrogênio total do solo (gráfico A) e do material vegetal incorporado (gráfico B), em diferentes profundidades e épocas de amostragens no experimento instalado na cultura perene.....	105
Figura22:Dinâmica do amônio total do solo (gráfico A) e do material vegetal incorporado (gráfico B), em diferentes profundidades e épocas de amostragens no experimento instalado na cultura perene.....	107
Figura23: Dinâmica do nitrato total do solo (gráfico A) e do material vegetal incorporado (gráfico B), em diferentes profundidades e épocas de amostragens no experimento instalado na cultura perene.....	109
Figura24:Balânço do nitrogênio (^{15}N) no solo no experimento instalado na várzea-I.....	112
Figura25:Balânço do nitrogênio (^{15}N) no solo no experimento instalado na várzea-II.....	113
Figura26:Balânço do nitrogênio (^{15}N) no solo no experimento instalado na floresta natural.....	117
Figura27:Balânço do nitrogênio (^{15}N) no solo no experimento instalado na pastagem.....	118
Figura28:Balânço do nitrogênio (^{15}N) no solo no experimento instalado na cultura perene.....	119

LISTA DAS TABELAS

	Página
Tabela 1: Datas das coletas para cada experimento.....	31
Tabela 2: Características do material marcado aplicado em cada experimento.....	31
Tabela 3: Análises químicas das amostras de solo da várzea.....	34
Tabela 4: Análises químicas das amostras de solos da terra firme	39
Tabela 5: Adubação com NPK na pastagem durante o período de estudo.....	40
Tabela 6: Teores médios ($\mu\text{g/g}$ de solo) de nitrogênio total, amônio e nitrato do solo e derivado do material vegetal, nos microlisímetros, para o experimento instalado na várzea-I.....	52
Tabela 7: Teores de nitrogênio total do solo (Nt) e nitrogênio total derivado do material vegetal incorporado (NtDMV), em diferentes profundidades e épocas de amostragens no experimento instalado na várzea-I.....	56
Tabela 8: Teores de nitrogênio na forma de amônio do solo (N-NH_4) e amônio derivado do material vegetal incorporado ($\text{N-NH}_4\text{DMV}$), em diferentes profundidades e épocas de amostragens no experimento instalado na várzea-I.....	58

Tabela 9: Teores de nitrogênio na forma de nitrato do solo ($N-NO_3$) e nitrato derivado do material vegetal incorporado ($N-NO_3DMV$), em diferentes profundidades e épocas de amostragens no experimento instalado na várzea-I.....	60
Tabela 10: Teores médios ($\mu g/g$ de solo) de nitrogênio total, nitrogênio na forma de amônio e nitrato do solo derivado do material vegetal, nos microlisímetros para o experimento instalado na várzea-II.....	64
Tabela 11: Teores de nitrogênio total do solo (Nt) e nitrogênio total derivado do material vegetal incorporado (NtDMV), em diferentes profundidades e épocas de amostragens no experimento instalado na várzea-II.....	68
Tabela 12: Teores de nitrogênio na forma de amônio do solo ($N-NH_4$) e amônio derivado do material vegetal incorporado ($N-NH_4DMV$), em diferentes profundidades e épocas de amostragens no experimento instalado na várzea-II.....	70
Tabela 13: Teores de nitrogênio na forma de nitrato do solo ($N-NO_3$) e nitrato derivado do material vegetal incorporado ($N-NO_3DMV$), em diferentes profundidades e épocas de amostragens no experimento instalado na várzea-II.....	72

Tabela14: Comparação entre as médias de nitrogênio dos diferentes locais, considerando as coletas conjuntamente, no experimento instalado na terra firme.....	76
Tabela15: Comparação entre os valores médios de nitrogênio das diferentes coletas, discriminando os locais, no experimento instalado na terra firme.....	77
Tabela16: Teores de nitrogênio total do solo (Nt) e nitrogênio total derivado do material vegetal incorporado (NtDMV), em diferentes profundidades e épocas de amostragens no experimento instalado na floresta natural.....	82
Tabela17: Teores de nitrogênio na forma de amônio do solo (N-NH ₄) e amônio derivado do material vegetal incorporado (N-NH ₄ DMV), em diferentes profundidades e épocas de amostragens no experimento instalado na floresta natural.....	84
Tabela18: Teores de nitrogênio na forma de nitrato do solo (N-NO ₃) e nitrato derivado do material vegetal incorporado (N-NO ₃ DMV), em diferentes profundidades e épocas de amostragens no experimento instalado na floresta natural.....	86

Tabela19:Teores de nitrogênio total do solo (Nt) e nitrogênio total derivado do material vegetal incorporado (NtDMV), em diferentes profundidades e épocas de amostragens no experimento instalado na pastagem.....	93
Tabela20:Teores de nitrogênio na forma de amônio do solo (N-NH ₄) e amônio derivado do material vegetal incorporado (N-NH ₄ DMV), em diferentes profundidades e épocas de amostragens no experimento instalado na pastagem.....	95
Tabela21:Teores de nitrogênio na forma de nitrato do solo (N-NO ₃) e nitrato derivado do material vegetal incorporado (NO ₃ DMV), em diferentes profundidades e épocas de amostragens no experimento instalado na pastagem.....	97
Tabela22:Teores de nitrogênio total do solo (Nt) e nitrogênio total derivado do material vegetal incorporado (NtDMV), em diferentes profundidades e épocas de amostragens no experimento instalado na cultura perene.....	104
Tabela23:Teores de nitrogênio na forma de amônio do solo (N-NH ₄) e amônio derivado do material vegetal incorporado (N-NH ₄ DMV), em diferentes profundidades e épocas de amostragens no experimento instalado na cultura perene.....	106

Tabela 24: Teores de nitrogênio na forma de nitrato do solo ($N-NO_3$) e nitrato derivado do material vegetal incorporado ($N-NO_3DMV$), em diferentes profundidades e épocas de amostragens no experimento instalado na cultura perene.....

DINÂMICA DO NITROGÊNIO INCORPORADO NA FORMA ORGÂNICA EM SOLOS DE VÁRZEA E TERRA FIRME NA AMAZÔNIA CENTRAL

Autora : MARISA DE CÁSSIA PICCOLO

Orientador : Prof.Dr. REYNALDO LUIZ VICTORIA

RESUMO

O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de identificar e quantificar as transformações ocorridas com o nitrogênio orgânico, em solos de várzea (períodos seco-julho e úmido-outubro) e terra firme (floresta natural, pastagem e cultura perene) da Amazônia. Os experimentos foram realizados em condições de campo, a partir da incorporação de material vegetal (*Paspalum fasciculatum* e *Echinochloa polystachya*) marcado com o isótopo estável de nitrogênio (^{15}N). Os experimentos na várzea foram instalados em julho e outubro de 1986, e o de terra firme em abril de 1987.

Os microlisímetros (tubos de PVC de 30cm de comprimento, 5,5cm e 7,5cm de diâmetro para a várzea e terra firme, respectivamente) foram introduzidos no solo e incorporados quantidades de 3,0g (várzea) e 2,5g (terra firme) de material vegetal marcado com o isótopo de ^{15}N , nos primeiros 10cm. Para cada experimento foram coletados 3 microlisímetros em intervalos de 15 dias, até 110 dias. Eles foram

divididos em intervalos de 5cm, e nas amostras de solos foram determinadas as concentrações e composições isotópicas de nitrogênio na forma de amônio, nitrato e nitrogênio total.

Para análise do comportamento das diferentes variáveis de resposta nas coletas e profundidades estudadas, utilizou-se um Delineamento Experimental Casualizado com Arranjo em Parcelas Subdivididas. A relação entre as coletas e as variáveis de resposta, foram avaliadas pelos Testes "F" de Snedecor e de Duncan a 95% de confiança.

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que:

- a- O amônio foi a forma dominante de nitrogênio mineral no solo para os experimentos instalados na várzea e terra firme:
- b- As maiores concentrações de nitrogênio (orgânico e inorgânico), foram observadas nas camadas superficiais do solo (0-15cm).
- c- No experimento instalado na várzea-II (período úmido), não detectou-se nitrato derivado do material vegetal incorporado pelas condições de anaerobiose do solo.
- d- Evidenciou-se uma lenta decomposição do material vegetal incorporado na floresta natural, em relação a pastagem e cultura perene.
- e- As perdas de nitrogênio do sistema foram maiores no experimento instalado na pastagem e cultura perene em relação a floresta natural.

THE DYNAMICS OF ORGANIC NITROGEN APPLIED TO FLOODPLAIN AND HIGHLAND SOILS OF CENTRAL AMAZON

Authoress : MARISA DE CASSIA PICCOLO

Adviser : Prof. Dr. REYNALDO LUIZ VICTORIA

SUMMARY

The objective of the present work was to identify and quantify the organic nitrogen transformations in floodplain (dry period-July and wet period-October) and highland soils (natural forest, pasture and perennial crop) of the Amazon. The experiments were done in field conditions , and the soils were amended with ^{15}N labelled organic matter from *Echinochloa polystachya* or *Paspalum fasciculatum* grass. The floodplain experiments were installed in July and October 1986, and the highland experiment in April 1987.

The experimental units were microlysimeters (PVC tubes 30 cm and 5.5 and 7.5 cm in diameter for the floodplain and highland respectively) driven into the soil, with the labelled organic matter (3.0g for the floodplain and 2.5g for the highland) incorporated to the first 10 cm. For each experiment three microlysimeters were collected at 15 days interval, up to 110 days. They were then splited in 5 cm intervals, and the soil analyzed to determine the concentration and isotopic composition of

ammonium, nitrate and total nitrogen.

The data were analyzed using a random split-plot experimental design. Snedcor "F" test and Duncan test were used, with 95 % confidence intervals.

The major conclusions were:

- a- Ammonium was always the dominant form of mineral nitrogen for both the floodplain and highland experiments.
- b- The highest concentrations of nitrogen (organic and inorganic) were always observed in the first 15 cm of the soils.
- c- Nitrate was not detected in the floodplain wet period experiment due to the prevailing soil anaerobic conditions.
- d- The decomposition of the added organic matter in the forested soil was slow when compared to the pasture or perennial crop soils.
- e- Nitrogen losses were lower for the forested soil in comparison to the pasture or perennial crop soils.

1. INTRODUÇÃO

Na Amazônia concentra-se a maior área de floresta tropical do mundo (7 milhões de km²), apresentando grande diversidade de espécies animais e vegetais.

Infelizmente, as agressividades ambientais sobre a Amazônia aumentam dia-a-dia. Este fato aliado a falta do conhecimento básico do ecossistema e de seus processos de equilíbrio incluindo os ciclos biogeoquímicos, fatalmente determinarão afastamentos irreversíveis de suas condições naturais.

Também é um fato importante num processo de colonização intensiva, como o da Amazônia, a necessidade de implantação da agricultura para suprir a subsistência humana na região.

Muitos autores argumentam que a agricultura deve ser desenvolvida nos solos mais férteis (várzea e terra roxa estruturada), e para os solos pobres em nutrientes (terra firme) recomendam a associação de culturas alimentícias com ciclo curto e culturas arbóreas de ciclo longo.

De qualquer maneira a mudança de ecossistema natural para ecossistema alterado deve ser baseado no conhecimento dos ciclos biogeoquímicos os quais regem a dinâmica dos nutrientes no solo.

Sendo assim, o presente trabalho teve por finalidade o

estudo da dinâmica do nitrogênio no solo na Amazônia, através da quantificação e identificação das transformações deste elemento em solos de várzea (sêca e após a inundação) e solos de terra firme comparando um sistema natural (floresta natural) com sistemas alterados (pastagem e cultura perene).

Com isso estudou-se a dinâmica deste nutriente através das transformações sofridas pela matéria orgânica incorporada ao solo, pois pode-se dizer que a disponibilidade de nitrogênio está associada aos mesmos fatores que determinam a presença da matéria orgânica no solo.

Visando um melhor entendimento dos processos que regulam o balanço do nitrogênio no solo, utilizou-se material vegetal marcado com o isótopo estável ^{15}N . Essa técnica facilita a quantificação dos processos que controlam as transformações do nitrogênio orgânico no solo, como também permite a visualização da direção das perdas de nitrogênio do sistema (atmosfera ou hidrosfera).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Amazônia: características gerais

A Amazônia constitui todo o Norte brasileiro, estendendo-se por vários países, abrangendo uma área de 7.050.000 Km². A Amazônia Legal, criada pelo Governo brasileiro em 1966, compreende uma área de 5.033.072 Km², correspondendo a 71 % da Amazônia e 59% do território nacional.

A região Amazônica é caracterizada geomorfologicamente pelos escudos Pré-Cambrianos (Brasileiro e das Guianas ao sul e norte respectivamente), pela Cordilheira dos Andes e depressão sub-Andina a oeste, que envolvem a depressão Amazônica Central formando uma espécie de ferradura (STALLARD & EDMOND, 1983; SALATI & OLIVEIRA, 1987).

O clima o tipo Aw é o dominante, o qual tem por característica uma estação seca bem definida (SERRÃO et alii, 1979), atingindo elevada umidade relativa do ar ($\approx 90\%$) (BASTOS, 1972).

O total anual de precipitação é variável, com valores de 3.250mm na Costa Norte brasileira, decrescendo em direção à região da Amazônia Central atingindo um mínimo de 1.750mm. Os maiores índices são encontrados na região Nordeste da bacia, com cerca de 3.500mm, e a Sudeste tem-se o valor variando de 2.250 a 2500mm (NIMER, 1977; SALATI

et alii, 1978). Segundo SALATI (1986), índices maiores que 5.000mm/ano apenas foram observados na região Andina.

A temperatura na região varia entre 27,4°C a 25,8°C, as máximas ocorrendo em setembro-outubro e as mínimas em junho-julho (NIMER, 1977; SALATI, 1986).

A Amazônia é a maior área de floresta tropical do mundo, caracterizada pela sua grande diversidade de espécies da flora e fauna. Estas diversidades conduzem a maiores adaptações às mudanças do ambiente (ODUM, 1975). Segundo MARTINELLI et alii (1988), foram identificadas 200 espécies de árvores / hectare com diâmetro de caule acima de 10 cm, em Rondônia. Por outro lado, SCHUBART (1982), encontrou em um hectare de terra firme, próximo de Manaus, cerca de 300 a 500 espécies de árvores com diâmetro de caule maior que 5cm. Em um levantamento realizado numa área de 2.100m², na ilha da Marchantaria (mata de várzea), WORBES (1983) identificou um total de 32 espécies de árvores e arbustos. Os dados acima apresentados mostram que a diversidade leva a diversos tipos de florestas. PIRES & PRANCE (1986) classificam as florestas em: Floresta de Terra firme (cerca de 80% da área da bacia Amazônica) e Florestas Inundadas (Mata de Várzea e de Igapó) com cerca de 10% da área (KUHLMANN, 1977; SCHUBART, 1983). E ocupando uma área bem menor em relação as florestas, tem-se as vegetações de Campos e de Savanas.

As Florestas Inundadas são divididas em Floresta de Várzea e de Igapó, que se diferem em relação ao tipo de solo onde se encontram. As Florestas de Várzea são formadas por solos férteis, e são restritas a rios de águas brancas, e as F. de Igapó ocorrem nas margens

dos rios de águas pretas e claras, os quais carregam pequena quantidade de material em suspensão.

Com relação aos solos, a Amazônia brasileira é constituída em sua maioria por solos de baixa fertilidade com limitações de origens químicas, predominando os Latossolos (45%) seguidos por Podzólicos Vermelho-Amarelo (30%) e em escala menor os Entissóis e Inceptissóis (10%) (VIEIRA & SANTOS, 1987; DEMATTE, 1988). Em geral as limitações dos solos são quanto a deficiência em fósforo (90% dos solos), toxicidade em alumínio (73%), inundações periódicas e drenagem deficiente (56%), baixa capacidade de troca catiônica (16%) e formação de laterita caso ocorra exposição do subsolo (67%). Apesar dessas limitações estima-se que cerca de 32 milhões de hectare são de solos aptos à agricultura (SANCHEZ & COCHRANE, 1980 ; SANCHEZ et alli, 1982).

2.2. Várzeas Amazônicas: características gerais

São formadas por sedimentos intemperismo das rochas Andinas e pela deposição de sedimentos decorrentes da inundação dos rios da região (STALLARD & EDMOND, 1983; GIBBS, 1964). Quanto a sua área existe uma controvérsia entre alguns autores a qual varia de 60.000 Km² (SIOLI, 1984) a 100.000 Km² (RICHEY, 1982).

São solos aluviais e ou hidromórfios, na sua maioria das vezes planos, facilmente irrigáveis e com boa fertilidade (MARTINELLI, 1986; LAMSTER, 1980; IRION, 1976). Pela sua constituição em relação ao relevo, solo e água, apresentam um grande potencial para a

agricultura (JUNK,1979; LAMSTER,1980) e conseqüentemente uma colonização relativamente densa (MEGGERS,1986).

Quanto a vegetação ela é dependente de alguns fatores tais como: fertilidade e textura dos sedimentos depositados, taxa de sedimentação e a periodicidade de inundação. Somente algumas plantas cultivadas resistem as inundações anuais, o que limita a época de cultivo nos meses de água baixa e culturas de ciclo curto (JUNK, 1979; 1984).

As várzeas são consideradas sistemas dinâmicos devido a constante deposição de sedimentos férteis e sais minerais, e as transferências de nutrientes entre os sistemas aquático e terrestre. As gramíneas e macrófitas aquáticas desempenham um papel fundamental nesta ciclagem (SIOLI,1975; JUNK,1970,1984; JUNK & HOWARD-WILLIAMS,1984).

As macrófitas aquáticas são plantas que se adaptam as oscilações dos níveis das águas (JUNK1970). São classificadas em macrófitas submersas, predominantemente representadas pelas espécies *Utricularia foliosa* e *Ceratophyllum demersum*, e emersas tais como *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes*, *Ceratopteris pteridoides*, *Salvinia auriculata*, *S.minima*, *Limnobium stoloniferum*, *Neptunia oleracea*, *Azolla sp.* (JUNK,1970).

Dentre as gramíneas predomina a canarana (*Echinochloa polystachya*). Caracteriza-se por ser enraizada nos sedimentos e durante seu período de crescimento com a subida da água, formam raízes adicionais as quais extraem nutrientes da água. Durante a seca, a maior parte desta vegetação seca, sendo restabelecida no outro período (JUNK,1984).

Outra espécie de gramínea dominante nas várzeas é o capim murim (*Paspalum fasciculatum*) que tem sua reprodução na fase terrestre; seus caules sobrevivem na fase aquática e brotam novamente no período seco (JUNK & HOWARD-WILLIANS, 1984).

A grande importância das gramíneas é quanto a alta produtividade, pois segundo HOWARD-WILLIANS & JUNK (1977) o capim murim apresentou uma produção de 150 t/ha em seis meses, e a canarana deve ter produtividade semelhante. Uma das alternativas de uso das gramíneas é na pecuária, especialmente durante as enchentes quando não existem outras fontes alimentícias disponíveis.

Enfatizando as transformações de nitrogênio em solos alagados, poucos estudos estão sendo realizados com as gramíneas (PIEIDADE, 1988), estando a maior parte direcionada para a cultura de arroz ou experimentos conduzidos em condições de laboratório.

É difícil simular em laboratório as alternâncias de períodos (seco e alagado) que ocorrem nas várzeas os quais podem levar a perdas de nitrogênio se durante a decomposição da matéria orgânica no período seco, o nitrato formado não for rapidamente absorvido pelas macrófitas aquáticas e ou fitoplâncton no período inicial da inundação.

De acordo com JUNK & HOWARD-WILLIANS (1984) ocorre um acúmulo de nitrato durante a fase terrestre, e que na fase aquática pode ser perdido por desnitrificação.

O destino do nitrogênio (hidrosfera ou atmosfera) depende do estado de oxidação do solo e do tipo de ciclagem no ecossistema. Com a decomposição da matéria orgânica o excesso de amônio não utilizado

pelos microorganismos é liberado para o solo governado pela relação C/N (carbono/nitrogênio). Uma limitação do nitrogênio (alta relação C/N) resultará em imobilização do nitrogênio mineral do solo, enquanto que uma limitação de carbono resultará na mineralização do nitrogênio. Em condições aeróbias o processo de mineralização lidera o da imobilização, e a nitrificação é maior que a redução de nitrato proporcionando um acúmulo de nitrato. Sob condições de anaerobiose a nitrificação é mais lenta, facilitando o acúmulo de amônio (FRANCO & MUNNS, 1982). Em um solo em condições de alagamento, na interface solo-água predominam condições aeróbias, pela difusão de ar atmosférico através da coluna de água e e abaixo desta zona superficial, tem-se a zona anaeróbia na qual a difusão de oxigênio é limitada (REDDY & PATRICK, 1975).

A existência de duas condições com diferentes estados de oxidação-redução governa os processos de transformação de nitrogênio num solo alagado. O amônio liberado pela mineralização concentra-se tanto na fase aeróbia como na anaeróbia do solo. Desta maneira poderá ser absorvido pela biomassa microbiana ou migrar para a zona anaeróbia onde será reduzido a N_2 e N_2O pela denitrificação, e também ser absorvido diretamente pela biomassa microbiana na zona anaeróbia podendo ser imobilizado ou ser oxidado a nitrato. O amônio acumulado na zona anaeróbia passa por difusão para a zona aeróbia, e tem-se a sequência de reações citadas acima (REDDY & PATRICK, 1975; PATRICK & REDDY, 1976; REDDY, 1982).

A intensidade dos processos do ciclo do nitrogênio nas várzeas é ainda de uma maneira geral pouco conhecida; porém com o

crescente interesse que as áreas inundáveis vêm despertando pelo seu grande potencial agrícola, tem aumentado as pesquisas dos ciclos dos nutrientes e produção primária nestas áreas.

2.3.Terra firme: características gerais

A floresta tropical úmida de terra firme é constituída por um dos ecossistemas mais complexos do mundo, apesar de desenvolver-se sobre solos de baixa fertilidade.

Apesar da alta precipitação decorrente na região Amazônica, a relação entre a floresta e o solo baseia-se num sistema quase que fechado devido a constante decomposição do material orgânico e a pequena perda por lixiviação (DEMATTE,1988). Em florestas tropicas ocorre uma elevada produção de matéria orgânica a qual alcança valores acima de 8 toneladas de carbono /ha o qual é equivalente a 20 toneladas de matéria seca /ha . ano (SCHUBART,1983). GOLLEY e LEITH (1972) , relataram que a floresta tropical produziu 20 toneladas/hectare contra 10toneladas/hectare de matéria seca / ano para floresta temperada.

Os principais mecanismos de transferências de nutrientes da vegetação para o solo podem ser : através das águas das chuvas, queda das folhas e galhos e decomposição radicular.

Segundo SINGH(1968), a liteira tem um papel importante na circulação de nutrientes e na transferência de energia entre as plantas e o solo. Uma revisão sobre a queda de litter pode ser encontrada em VITOUSEK (1984), no qual constam dados de muitos trabalhos.

NYE (1961), estimou que as águas das chuvas adiciona ao

solo 12 Kg de nitrogênio / ano e que consideráveis quantidades de nutrientes atingem o solo a medida que as águas atravessam a vegetação e a serrapilheira. Em florestas tropicais a composição de serrapilheira para nitrogênio é de 74 a 200 Kg/hectare, sendo que metade desta é mineralizada dentro das primeiras 10 semanas (SANCHEZ,1976; DEMATTE,1988).

A biomassa é considerada um reservatório quando imobiliza nutrientes para o seu próprio consumo e como fonte de nutrientes quando mineraliza compostos orgânicos os quais podem ser absorvidos pelas plantas (PAUL & VORONEY,1980; GOODLAND & IRWIN,1975). Estudos em ciclagens de nutrientes realizados em florestas tropicais têm demonstrado que grande parte do nitrogênio do ecossistema está no solo e não na biomassa viva, porém o mesmo não pode ser dito em relação ao K, Ca e Mg (SANCHEZ,1982; DEMATTE,1988).

SCHUBART et alii (1984) em estudos de balanço de nutrientes realizados próximos a Manaus , relataram que através da queda de detritos finos, retornaram ao solo em Kg/ha/ano: 105,6 de nitrogênio ; 2,2 de fósforo; 12,7 de potássio; 5,0 de sódio; 18,4 de cálcio e 12,6 de magnésio. Os baixos valores de nutrientes dos detritos é explicado pela translocação destes para os ramos antes da queda das folhas, que de acordo com BRINKMANN(1985), podem sofrer decomposição e desintegração antes da queda.

A produção de liteira é maior na estação seca , porém o material demora 216 dias para decompor 50% de sua massa inicial, enquanto que na estação chuvosa este processo ocorre em 37dias (LUIZÃO & SCHUBART,1986).

Dando ênfase ao nitrogênio , este não parece ser um elemento tão crítico, se comparado a outros nutrientes, nas florestas tropicais (HOWARD-WILLIAMS,1974; JORDAN et alli,1982; VITOUSEK,1984).

VITOUSEK (1984) estudando a eficiência de utilização do nitrogênio, fósforo e cálcio na ciclagem de nutrientes em florestas tropicais (Costa Rica) verificou que muitas dessas florestas não se caracterizam por uma boa eficiência de utilização de nutrientes; o nitrogênio apresenta padrão semelhante nas florestas temperadas, com ineficiente uso e alta circulação do nutriente , sendo que a maior eficiência aparece quando ocorrem baixos níveis de nitrogênio em circulação.

SILVESTER - BRADLEY et alli (1980), relataram a ocorrência de baixo potencial de fixação de nitrogênio atmosférico nas florestas de terra firme da Amazônia. De acordo com JORDAN et alli (1982), a entrada de nitrogênio pela atmosfera decorrente da fixação por microorganismos superficiais e leguminosas é suficiente para suprir a floresta quanto a este nutriente; cerca de 16,2 Kg de nitrogênio foi fixado por hectare enquanto que SALATI et alli (1982), obtiveram cerca de 19 Kg de nitrogênio fixado por hectare para a bacia Amazônica.

Em vista da alta quantidade de nitrogênio encontrada em ecossistemas tropicais (VITOUSEK,1984; JORDAN et alli,1979), certamente as taxas de fixação deste elemento por unidade de área por ano deve ser maior quando comparado as regiões temperadas. As elevadas taxas de fixação pode ser função da longa estação de crescimento nos trópicos e devido ao fato de que parte das folhas da região apresentam um

longo período de vida (LUGO et alii, 1974).

PRITCHETT(1979), citando muitos trabalhos, evidencia que a fixação não simbiótica de algas verdes-azuis e bactérias de vida livre (*Clostridium* e *Beyerinckia*) é baixa na maioria dos solos florestais, devido a acidez do solo que impede a atividade apreciável de bactérias de vida livre.

A dinâmica do nitrogênio no solo tem sido estudada através da incorporação de materiais orgânicos. A decomposição destes materiais incorporados e os processos são dependentes da relação C/N (carbono/nitrogênio) e também do material utilizado (KANAMORI & YASUDA, 1979).

Na região Amazônica a forma dominante do nitrogênio mineral é o amônio (HERRERA & JORDAN, 1981) decorrente da baixa quantidade de bactérias nitrificadoras, possivelmente devido ao pH ácido (JORDAN et alii, 1979; este fator pode ser considerado um mecanismo conservador de nitrogênio contra a lixiviação).

As perdas gasosas de nitrogênio via volatilização são muito pequenas em solos florestais devido as condições de acidez que prevalecem nestes solos e pelo fato de que este processo é insignificante em pH abaixo de 7,0.

2.4. Manejos dos solos na Amazônia

O sistema tradicional de cultivo consiste na remoção de árvores economicamente importantes, derrubada da floresta e queima da biomassa vegetal da área restante. Geralmente a área desmatada é

utilizada para cultivos anuais e pastagens.

Nos últimos 20 anos cerca de 5 milhões de hectares, foram transformados em pastagens cultivadas as quais estão localizadas principalmente ao longo das rodovias de integração. Um problema porém, é que na Amazônia as pastagens têm um ciclo exploratório de apenas 4 a 5 anos e em seguida a área é abandonada (DEMATTE, 1988).

FALESI (1974) demonstrou que a pastagem quando bem manejada pode proporcionar proteção ao solo contra erosão e também melhorar aparentemente a fertilidade do solo em algumas regiões. No caso de pastagens em regiões tropicais existe a necessidade do desenvolvimento de boas técnicas de manejo quanto aos cultivares e solos.

Pesquisas realizadas no Brasil, demonstram que algumas espécies de pastagens tropicais são quase tão eficientes quanto as leguminosas na fixação de nitrogênio (DOBEREINER & DAY, 1975). Na Amazônia brasileira é muito utilizada a *Brachiaria humidicola* conhecida como Quicuío-da-Amazônia, a qual apresenta uma área plantada de cerca de 600 mil hectares. Esta cultura possui excelente adaptação a solos de baixa fertilidade e em condições de solos periodicamente encharcados (DIAS FILHO, 1987).

Caso o solo seja usado com cultura contínua, é necessário mantê-lo com plantas de cobertura apropriadas limitando desta maneira a acidificação e a lixiviação (REICHLE, 1981).

Sob o ponto de vista de conservação do meio ambiente uma das melhores alternativas é a implantação de sistemas agroflorestais os quais associam culturas e ou pastagens com florestas, apresentando as

seguintes vantagens de acordo com DUBOIS(1982):

- melhor adaptação dos sistemas aos solos de baixa fertilidade da região Amazônica .
- menor perturbação no ciclo hidrológico, onde 50% do balanço hídrico depende da evapotranspiração continental (SALATI & VOSE, 1983).

Segundo SCHUBART(1983), a produção de alimentos deve ser implantada em solos férteis na Amazônia no caso das várzeas e em terra roxa estruturada, e em solos pobres no caso, da terra firme devem ser associadas culturas alimentícias de ciclo curto com culturas arbóreas de ciclo longo .

2.5. Consequências do desmatamento

No Brasil os estados mais afetados pelo desmatamento é Rondônia, Acre e Mato Grosso ; enquanto que nos estados como o Pará, Maranhão e Goiás este fenomeno tem ocorrido em menor escala .

Decorrente das altas taxas com que vem se processando, o desmatamento e a conversão da floresta em outros tipos de cobertura vegetal torna-se evidente a extinção de milhares de espécies de plantas e animais.

A rápida conversão das florestas tropicais demonstra a necessidade de estudos quantitativos a curto prazo sobre os ciclos dos nutrientes nestes ecossistemas, estudos estes que auxiliarão futuramente na resolução dos problemas de manejo da terra.

As florestas tropicais possuindo um reservatório de carbono equivalente a quase duas vezes o reservatório da atmosfera, com

a destruição das florestas poderá aumentar o aquecimento da atmosfera através do efeito "estufa". Segundo SALATI et alii (1989), considerando a média de emissão de CO_2 no ano de 1988, esta oscilou de 0,24 a $1,6 \cdot 10^{15}$ g C/ ano, a qual contribuiu com cerca de 4 a 25% da emissão global ($7 \cdot 10^{15}$ g C/ ano).

Outro problema do desmatamento é que com a compactação do solo ocorre uma modificação na estrutura física no qual o comportamento da água é alterado. A água não penetrando no solo permanece menos tempo no sistema afetando desta maneira no equilíbrio ecológico (SALATI et alii 1979; SCHUBART, 1983).

Com relação ao nitrogênio, as perdas durante as queimas podem ser de 20 a 80 Kg de N/ha (PRITCHET, 1979).

Apesar dos pontos negativos da técnica do desmatamento alguns autores conseguiram encontrar aspectos positivos para este processo. No caso de ISICHEI e SANFORD (1980), relataram que a fixação de nitrogênio após a queimada é da mesma ordem de grandeza deste elemento proveniente das chuvas.

Alguns nutrientes são adicionados aos solos pela cinza propiciando o melhoramento nas propriedades químicas dos solos (HERNANI et alii, 1987), o aumento no nitrogênio total do solo foi relatado talvez devido ao aumento de leguminosas após as queimadas (SCHIMITZER e KHAN, 1978) e segundo JORGENSEN e HODGES (1975) o nitrogênio é recuperado pela fixação de N_2 pelas leguminosas e organismos não simbióticos. Evidenciando a dinâmica do nitrogênio LIKENS (1977) descreveram que aceleram as reações de mineralização, nitrificação

(CLARK,1962) e desnitrificação e que a dinâmica é alterada pela modificação da superfície do solo, principalmente no que se refere a mudança para um pH mais básico.

2.6.Matéria orgânica no solo

A decomposição de matéria orgânica no solo depende da relação C/N (carbono / nitrogênio), temperatura, qualidade e quantidade do material adicionado e da umidade. Estes fatores interferem diretamente nos processos de mineralização e de imobilização do nitrogênio do solo.

Tecidos ricos em material estrutural (celulose, hemicelulose e lignina) são mais resistentes a decomposição. A temperatura apresenta efeito acentuado neste processo, pois a medida que diminui a temperatura decresce a decomposição. Outro fator importante é a aeração do solo pois favorece a mineralização da biomassa. Desta maneira, baixas temperaturas e anaerobiose do solo propiciam a acumulação de matéria orgânica no solo (PEREIRA,1978).

Com a adição de material orgânico com relação C/N em torno de 20/1, o nitrogênio deverá ser mineralizado. Por outro lado, material com relação C/N mais alta imobilizará temporariamente o nitrogênio (ALLISON & KLEIN, 1962; COCHRAN et alli,1980). Deve-se levar em consideração se o nitrogênio e o carbono do material estão prontamente disponíveis para os microorganismos, para predizer se haverá ou não imobilização.

Em geral nos trópicos, devido as altas temperaturas, a

mineralização tende a ser mais intensa pelo aumento da atividade microbiológica. A máxima intensidade de ocorrência do processo de mineralização do nitrogênio e carbono é na faixa de 30° - 35° C e 37° - 40°C, respectivamente, sendo que uma vez estabelecida uma faixa de 30° - 40° C, a variação dentro dela terá pouca influência (ALEXANDER, 1977).

Com o intuito de estudarem as transformações de nitrogênio orgânico (leguminosas) no solo, PARSONS et alii (1975) adicionaram *Medicago* (matéria seca) enriquecida com ^{15}N e seguiram a mineralização do nitrogênio no solo durante 128 dias. Observaram que 30-40% do ^{15}N tanto da raiz quanto da parte aérea, haviam sido transformados em nitrato no solo, no período final do experimento.

LADD et alii (1981), estudaram a decomposição de *Medicago* enriquecido com ^{15}N e ^{14}C , num período de 4 anos em quatro solos com diferentes teores de matéria orgânica. A decomposição nos solos mais argilosos foi significativamente menor durante as primeiras 16 semanas e após este período as taxas se igualaram. Permaneceram como resíduos orgânicos 60 - 65 % do ^{15}N proveniente do material incorporado após 32 semanas, tendo diminuído para 40 -45 % após 4 anos.

Estudo para a comparação de taxa de mineralização líquida do nitrogênio em frações leves e pesadas da matéria orgânica de solos orgânicos em florestas de zonas tropicais e temperadas foi realizado por SOLLINS et alii (1984). Neste, a maior parte da matéria orgânica presente nas frações mais pesadas estavam adsorvidas ou depositadas nas superfícies dos minerais do solo e as frações mais leves eram formadas de fragmentos de raízes parcialmente decompostos e microflora remanescente. A fração mais pesada apresentava relação C/N mais baixa

que a leve e maior mineralização líquida durante o período de incubação anaeróbia em cinco dos seis solos em estudo.

2.7. Métodos gerais de estudo do balanço do nitrogênio

O balanço do nitrogênio do solo é definido como o resultado líquido das somatórias dos processos de perdas e ganhos deste elemento em condições experimentais controladas (ALLISON, 1965).

Geralmente são utilizados dois métodos nos estudos do balanço do nitrogênio. O método indireto ou da diferença, o qual envolve o balanço total do nitrogênio no sistema considerando os ganhos e perdas e é realizado sem a utilização de compostos marcados, considerando a diferença entre o nitrogênio removido do solo pela cultura e o nitrogênio removido pela cultura instalada num solo adubado. O outro é o método direto ou da diluição isotópica o qual utiliza como traçador o isótopo estável de nitrogênio (^{15}N) e os cálculos são a partir do balanço do nitrogênio marcado (ALLISON, 1965 ; LEGG e MEISINGER, 1982).

Existem alguns problemas no estudo do balanço os quais estão ligados a inadequada descrição do processo analítico e das condições experimentais utilizadas, e uso de estatística incompleta para trabalhar com os dados do balanço do nitrogênio (LEGG e MEISINGER, 1982).

Entre os erros analíticos, o principal está associado com a determinação do nitrogênio total do solo, pois o método de Kjeldahl é pouco sensível para estimar acuradamente a mudança no conteúdo de nitrogênio total de um sistema solo-planta em condições de campo, em uma única época. Com o método direto o efeito deste erro tem menor

importância pois é diminuído com a utilização das equações de diluição isotópica a qual é utilizada no cálculo de recuperação do nitrogênio marcado aplicado (HAUCK, 1986).

Segundo HAUCK(1978), a principal fonte de erro em estudos de balanço do nitrogênio pelo método indireto reside na variabilidade na amostragem do solo, e na variabilidade na produtividade da cultura, limitando assim a determinação acurada da absorção pela cultura do nitrogênio aplicado, pois o valor da produção é uma componente importante nos cálculos. De acordo com estas limitações, o balanço pelo método direto é mais confiável para estimar as perdas do nitrogênio em experimentos de longa duração e em diferentes culturas.

Para efeito de balanço pelo método direto ou da diluição isotópica são utilizados os isótopos estáveis porque eles não se modificam com o tempo podendo ser usado em experimentos de longa duração; já o isótopo radioativo do nitrogênio que apresenta meia-vida mais longa é o ^{13}N com 10,05 minutos dificultando dessa maneira a sua utilização para experimentos de campo (HAUCK e BREMNER, 1976).

O uso de um isótopo estável como traçador requer em primeiro lugar a possibilidade de mudar as proporções nas quais os diferentes isótopos formam os elementos naturais, que é realizado pelo enriquecimento de um dos isótopos naturais no caso o menos abundante. Exemplificando, o nitrogênio natural da atmosfera é composto de ^{14}N e ^{15}N na proporção de 99,635% e de 0,365%, respectivamente; portanto a marcação do nitrogênio significa um enriquecimento do isótopo ^{15}N . O grau de enriquecimento é expresso em átomos % de ^{15}N e pode ser obtido um enriquecimento de até 99,6% em excesso.

Apesar de ser uma importante ferramenta, o ^{15}N tem seu uso restringido pela disponibilidade limitada do material e devido ao alto custo os estudos de campo que se realizado devem ser limitados em microparcelas.

2.8. Transformações do nitrogênio no solo

No solo ocorrem consideráveis entradas e saídas de nitrogênio principalmente regidas por sucessivas reações de natureza bioquímica. O homem tem a capacidade de interferir em praticamente todos os processos deste ciclo através de técnicas agrícolas modernas. O conhecimento dos fatores que controlam os processos de transformações do nitrogênio no solo é muito importante para a não perturbação do equilíbrio natural do ambiente em que vivemos.

A maior parte do nitrogênio total de um solo está sob a forma orgânica (98%), sendo que o restante são encontrados nas formas inorgânicas, como o nitrato e amônio (BARTHOLOMEW, 1965).

As principais fontes de nitrogênio para o solo são fertilizantes naturais (adubo verde, serrapilheira, restos de cultura ou material de natureza animal), fertilizantes industriais, amônio e nitrato trazidos pela precipitação e fixação biológica de nitrogênio efetuada por microorganismos. A entrada de nitrogênio via precipitação se relaciona com as radiações cósmicas e os relâmpagos.

As perdas de nitrogênio se dão principalmente pela remoção pela culturas, erosão, volatilização, desnitrificação e lixiviação.

No Brasil pouca atenção tem sido dada as pesquisas dos

processos de transformação do nitrogênio nos solos. A maior parte dos estudos estão direcionados a fixação biológica de N e uma pequena parte para os processos microbianos da dinâmica de N nos solos.

Dos microorganismos do solo, as bactérias e os fungos são os mais importantes quando se refere as transformações de N, seguidos pelos actinomicetos e as algas. Os fungos, dependem do carbono orgânico pré-formado para sua síntese celular, pois não possuem clorofila. Geralmente utilizam amônia ou nitrato como fonte de N e metabolizam ácidos nucleicos, complexos orgânicos e proteínas. Os fungos têm por característica a mineralização de frações nitrogenadas orgânicas, produzindo amônio ou outros compostos nitrogenados simples e ao mesmo tempo libera carbono para síntese celular. As bactérias merecem destaque pois atuam na decomposição da matéria orgânica e são as principais responsáveis pelos processos de desnitrificação e nitrificação.

2.8.1. Amonificação

Este processo é relativamente lento e não requer a presença de microorganismos específicos. Muitos microorganismos quimiorganotróficos podem efetuar esta transformação, em condições aeróbia ou tornando este processo mais demorado em condições anaeróbia.

A formação de amônio é um produto do processo de excreção de N celular durante a decomposição de formas orgânicas de N. O amônio durante muito tempo foi utilizado pelos microbiologistas para a quantificação de taxas de mineralização, porém observou-se que os resultados eram de difícil interpretação (ALEXANDER,1977). O

procedimento aconselhável é a determinação de todas as formas de nitrogênio mineral, estudando a mineralização como um todo; com isso existem poucos trabalhos específicos sobre amonificação. Deve-se levar em consideração na interpretação dos resultados o processo reverso a mineralização que é a imobilização. Os processos de lixiviação e desnitrificação têm grande importância no controle de quantidade de N mineral presente no solo num dado instante. As dificuldades encontradas em estudos das transformações de nitrogênio no solo podem ser solucionadas pelo uso de metodologia isotópica com compostos marcados com ^{15}N .

O amônio disponível no solo, pode ser:

a-adsorvido pelos minerais de argila passando a fazer parte do complexo de troca do solo.

b-adsorvido por vegetais superiores, que na sua maioria tem a capacidade de adsorver esta forma de N.

c-adsorvido em quantidades razoáveis por próprios amonificadores ou por outros microorganismos capazes de utilizá-lo.

d-fixado no solo pela sua inclusão entre as lâminas dos minerais de argila 2:1, tornando-se indisponível para as plantas.

e-oxidado a nitrato por certas espécies de bactérias quimiolitotróficas que o utilizam como fonte de energia, iniciando assim o processo de nitrificação.

2.8.2.Nitrificação

É definida como a oxidação de amônio a nitrato mediada

por microorganismos quimiorganotróficos.

A nitrificação ocorre em duas etapas:

a- Nitritação que é a transformação de amônio a nitrito, efetuada por bactérias do gênero Nitrosomonas.

b-Nitratação que é a transformação de nitrito a nitrato, por bactérias do gênero Nitrobacter.

Em solos naturais com boa aeração, a oxidação do nitrito é mais rápida que a do amônio, não ocorrendo acúmulo de nitrato na maioria dos solos.

Os principais fatores que favorecem a nitrificação em solos são:

a-Aeração: é um processo de oxidação aeróbio, dependendo da presença de oxigênio. Qualquer processo capaz de aumentar a aeração do solo, até certo ponto aumentará a taxa de nitrificação.

b-Temperatura: a temperatura mais favorável para este processo está na faixa de 26° a 32° C, cessando acima de 51° C (BUCKMAN, 1976).

c-Umididade: exerce influência direta a qual pode ser retardada por condições extremas de umidade, quer reduzidas ou saturadas. O teor ótimo para a nitrificação pode ser considerado o exigido para o crescimento dos vegetais superiores.

d-Calagem: O processo de oxidação exige abundância de bases trocáveis, explicando em solos minerais ácidos a baixa taxa de nitrificação (BUCKMAN, 1976). Os microorganismos responsáveis por este processo requerem pH de 7,0 a 7,6 para atingir um crescimento ideal, portanto são sensíveis a pH baixos. A população de Nitrosomonas e Nitrobacter é muito baixa e as vezes não é detectada. Pode ocorrer micro-habitats em solos

ácidos , onde este processo poderá ocorrer.

e-Relação C/N: Esta relação de materiais vegetais incorporados a um solo tem influência marcante nas transformações de N, em especial na nitrificação. Relação C/N elevada causa a imobilização, ao menos temporária, do N mineral, cessando a nitrificação por ausência de substrato e podendo acarretar a deficiência de N para os vegetais superiores. Com a continuidade do processo de decomposição, diminui a relação C/N no solo, pois o C está sendo liberado na forma de CO_2 e o N sendo conservado pela formação da massa celular microbiana. Quando os resíduos vegetais atingem uma relação C/N em torno de 20, diminui a atividade dos microrganismos decompositores pela deficiência de C facilmente oxidável, e o N mineral passa a ser liberado .

O nitrato disponível no solo poderá :

a-ser absorvido pelas plantas, pois é o íon nitrogenado preferido pela maioria das plantas cultivadas.

b-ser perdido por desnitrificação, em condições de baixa concentração de oxigênio.

c-ser lixiviado em condições de alta umidade e fluxo descendente de água, por ser um íon muito móvel no solo.

d-ser reutilizado pela atividade microbiana do solo, caso ocorram condições favoráveis à imobilização.

2.8.3.Imobilização

É um mecanismo que contribui para o decréscimo de N mineral disponível no solo, que inclui mecanismos biológicos que é a

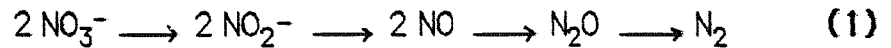
assimilação por microorganismos e conversão para formas orgânicas e os não biológicos como a fixação de amônio em certos tipos de argilas. É um processo que ocorre simultaneamente às outras transformações sendo difícil a sua quantificação. Podendo desta maneira empregar as técnicas isotópicas, como no caso compostos marcados com o isótopo estável de ^{15}N que contornará em parte as dificuldades (BROADBENT, 1968).

A relação C/N dos resíduos orgânicos adicionados aos solos é de fundamental importância no controle da quantidade de nitrogênio mineral disponível para as plantas. Resíduos com alta relação C/N direcionam a uma imobilização do nitrogênio disponível, o qual é decomposto pelos microorganismos.

Geralmente, a relação C/N para a qual a mineralização passa a predominar situa-se em torno de 20 nos solos de clima temperado. Infelizmente, poucos estudos foram realizados nas nossas condições. O tempo hábil para o decréscimo da relação C/N até níveis onde passa a predominar o processo de mineralização, depende de fatores como a taxa de adição dos resíduos, temperatura, nível da atividade microbiana do solo, etc. A estimativa razoável situa-se de 4 a 8 semanas, após a adição dos resíduos. Considerando-se o ponto de vista prático, deve ser evitado a adição de resíduos vegetais com alta relação C/N a um solo, na época do plantio de uma cultura. A imobilização que certamente ocorrerá, poderá causar deficiências de nitrogênio na cultura implantada, caso não adicione juntamente nitrogênio mineral ao solo (STEVENSON, 1964).

2.8.4. Desnitrificação

É um processo de respiração anaeróbia realizado por microorganismos capazes de utilizar nitrato ou nitrito como aceptores finais de elétrons em lugar do oxigênio; é um processo de redução bioquímica do nitrato ou nitrito a formas gasosas de nitrogênio, principalmente N_2 e N_2O . A sequência de reações é indicada abaixo:



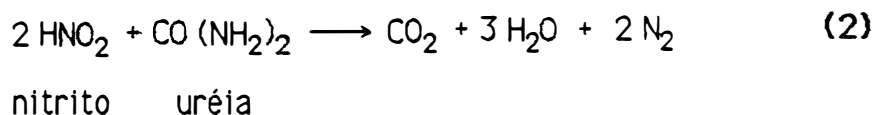
As perdas de nitrogênio por desnitrificação são estimuladas por má aeração, drenagem deficiente, presença de quantidades excessivas de nitrato, ou de fatores que favoreçam condições redutoras no solo. Os microorganismos envolvidos neste processo são bactérias quimiorganotróficas que sob condições de anaerobiose são capazes de utilizar formas oxidadas de nitrogênio como aceptores finais na respiração, que são definidos como microorganismos anaeróbios facultativos.

Um dos fatores que têm grande influência sobre a liberação de compostos nitrogenados é o pH; no caso de pH acima de 7 favorecem a liberação de N_2 , enquanto que valores abaixo de 6 favorecem a liberação de óxidos de nitrogênio.

Existem as perdas resultantes da reação química do nitrito produzido por desnitrificadores e ou nitrificadores, com certos compostos do solo a qual é conhecida por quimiodesnitrificação. Este processo é

estritamente químico e não depende de condições de anaerobiose do solo.

Como exemplo pode-se citar a seguinte reação:



2.8.5. Volatilização

Outro processo de perda de nitrogênio do solo é a volatilização da amônia. Vários são os fatores propícios a este processo os quais são atribuídos a altas concentrações da própria amônia no solo, pH elevado, altas temperaturas, capacidade de troca catiônica (CTC) do solo devido a interferência deste na distribuição do íon amônio entre a solução do solo e a fase sólida do mesmo (MELLO et alii, 1983).

Segundo STEVENSON (1982), a volatilização de amônia pode ser apresentada em quatro itens a seguir:

- 1- As perdas são de grande importância em solos alcalinos especialmente, quando fertilizantes amoniacais são amplamente utilizados. Perdas mínimas são observadas quando o pH está em torno de 6 a 7, porém perdas maiores são observadas em pH mais alto.
- 2- As perdas são maiores em solos com baixa CTC, no caso das argilas, bem como os húmus que absorvem amônio e inibem a volatilização.
- 3- As perdas de nitrogênio aumentam com a temperatura e podem ser muito altas se os solos neutros ou alcalinos possuírem amônios livres nas águas do solo.
- 4- Quando resíduos nitrogenados são decompostos na superfície do solo,

as perdas podem ser altas; pois além da formação de amônia, há um aumento localizado no pH decorrente da formação da mesma.

2.8.6. Lixiviação

O nitrogênio sofre uma série de transformações , sendo que em relação as formas minerais o nitrato é a mais aproveitada pelas plantas. Este ânion é normalmente pouco retido pelos colóides do solo, ficando livre na fase líquida e sujeito a ser arrastado pela água no perfil do solo. Pode-se perder com a água de drenagem pelo processo de lixiviação diminuindo desta maneira a fertilidade do solo .

Os teores de nitrato no perfil do solo que podem ser perdido dependem da quantidade de nitrogênio adicionado, do tipo de adubo aplicado, da taxa de mineralização do nitrogênio nativo, do volume de água drenada; fatores estes dependentes das propriedades do solo (pH, matéria orgânica, textura, estrutura, relação C/N) e do clima (precipitação) (BARTHOLOMEW & CLARK, 1965).

Em solos cultivados as perdas de nitrogênio na forma de nitrato é menor quando comparado a solos sem cultivo; e em condições de drenagem deficiente e má aeração, a probabilidade de perdas de nitrogênio é maior na forma de nitrogênio gasoso.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Delineamento experimental

Os experimentos conduzidos em solos de várzea, foram instalados em julho e outubro de 1986 e os de terra firme em abril de 1987 (Tabela 1). Os experimentos consistem de microlísímetros (tubos de PVC de 30cm de comprimento e 5,5cm e 7,5cm de diâmetro para os experimentos em solos de várzea e terra firme, respectivamente), que foram introduzidos ao solo e incorporadas quantidades de 3,0g (várzea) e 2,5g (terra firme) de material vegetal seco em estufa a 60°C, marcado com o isótopo de ^{15}N ; nos primeiros 10cm de profundidade. A massa do material incorporado (Tabela 2), foi equivalente a produção anual de liteira em cada situação.

O material marcado foi produzido em casa de vegetação no CENA (Centro de Energia Nuclear na Agricultura) Piracicaba-S.P., pelo crescimento das plantas em solo adubado com uréia marcada com o isótopo estável de nitrogênio (^{15}N) (Figura 1). O material vegetal (gramíneas), foi uniformemente marcado com o isótopo estável de nitrogênio, sendo posteriormente moído apenas a parte aérea, a qual foi incorporada ao solo.

Para os experimentos em solos na várzea foram

introduzidos 15 microlisímetros, sendo retirados 3 tubos ao acaso, a cada coleta (Tabela 1), tanto para o experimento no período seco (várzea-I) como no período úmido (várzea -II). Não foi possível a realização das duas últimas amostragens no experimento da várzea-II, pois a área estava alagada.

Para os experimentos em solos de terra firme, 45 tubos foram introduzidos ao solo, sendo coletados 3 por época em cada uma das três situações: floresta natural, pastagem e cultura perene (Tabela 1).

Os experimentos foram montados numa área de 3 x 3m, sendo que os tubos foram coletados ao acaso. Após as coletas eles foram imediatamente congelados a -5°C e enviados à Piracicaba (S.P.).

Os microlisímetros congelados foram serrados em intervalos de 5 cm, sendo o solo de cada camada homogenizado e separado imediatamente uma parte deste para extração do nitrogênio mineral. O restante do solo foi novamente congelado para análise posterior do nitrogênio total. Em cada camada foram analisadas as concentrações e composições isotópicas do nitrogênio total e mineral (amônio e nitrato).

Tabela 1: Datas das coletas para cada experimento.

	EXPERIMENTO				
	VARZEA-I	VARZEA-II	FLORESTA	PASTAGEM	CULTURA PERENE
INSTALACAO	16/7/86	12/10/86	14/4/87	14/4/87	14/4/87
COLETA	31/7/86	27/11/86	29/4/87	29/4/87	29/4/87
	19/8/86	9/1/87	14/5/87	14/5/87	14/5/87
	12/9/86	10/2/87	13/6/87	13/6/87	13/6/87
	8/10/86	—	13/7/87	13/7/87	13/7/87
	5/11/86	—			

Várzea-I (período seco) e Várzea-II (período úmido)

— : coleta perdida

Tabela 2 : Características do material marcado aplicado em cada experimento.

EXPERIMENTO	MATERIAL	Ntotal (mg)	At. % N-15 em excesso	N total (%)	C total (%)
Várzea-I	<u>Paspalum fasciculatum</u>	23,58	9,114	0,79	39,30
Várzea-II	<u>Paspalum fasciculatum</u>	25,41	1,382	0,85	39,10
Floresta	<u>Echinochloa polystachya</u>	30,27	11,780	1,21	44,10
Pastagem	<u>Echinochloa polystachya</u>	30,27	11,780	1,21	44,10
Cult. Perene	<u>Echinochloa polystachya</u>	83,72	4,080	3,35	38,80

At.% N-15 - Átomos % de N-15 em excesso

N total (mg) - aplicado em cada microlisímetro

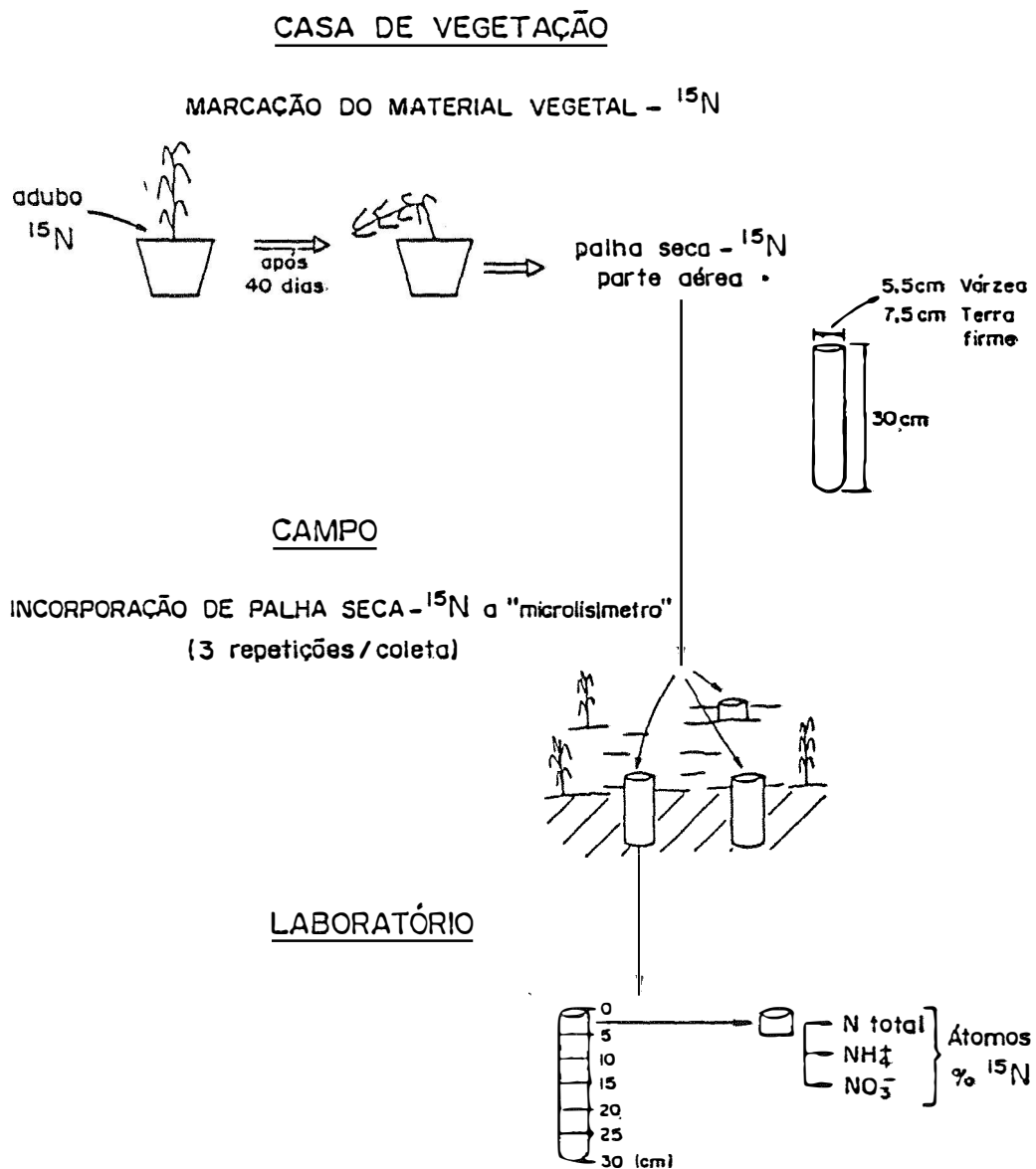


Figura 1: Esquema experimental.

3.2. Características das áreas de estudo

3.2.1. Várzea

A ilha de Marchantaria , no município de Iranduba é a primeira ilha no rio Solimões, acima da confluência com o rio Negro . Localizada a 20 Km da cidade de Manaus, situada a 3° 15' S e 60° 00' W (Figura 2). Suas dimensões são de 8 x 4 Km, porém podendo dobrar seu tamanho sob secas acentuadas (PROJETO RADAM BRASIL, 1972).

Na ilha, no período da seca ocorre a derrubada da floresta para a incorporação de atividades agrícolas e durante as cheias por capins aquáticos.

A partir de 1984 a administração da ilha passou para a Superintendência da Zona Franca de Manaus (SUFRAMA) a qual iniciou o loteamento da ilha, intensificando desta maneira a derrubada da floresta o que resultou na expansão de macrófitas, especialmente as gramíneas como o capim murim (*Paspalum fasciculatum*) e a canarana (*Echinochloa polystachya*) (PIEDADE, 1988).

Tem como característica um clima quente e úmido, devido a posição geográfica ocupada (cerca de 200Km ao sul da linha do Equador e cerca de 30 m acima do nível do mar).

Apresenta médias mensais de temperatura (para um período de 70 anos) com máximas de 30,2º a 33,2º C, e mínimas de 22,9º a 23,8 ºC. A umidade relativa média varia de 75,6% a 86,7% (RIBEIRO & ADIS, 1984).

A precipitação média anual é de 2100mm, com 75% das

chuvas nos meses de dezembro a maio (RIBEIRO & ADIS, 1984).

Em termos de composição geológica, os sedimentos são muito ricos em nutrientes inorgânicos, devido a reconhecida fertilidade dos rios de águas brancas (IRION et alii, 1983). As características químicas do solo estão apresentadas na Tabela (3).

Parte da ilha é coberta por vegetação de floresta de várzea, além de macrófitas aquáticas e semi-aquáticas e arbustos

Os experimentos foram conduzidos nos períodos seco e úmido, visando a comparação da dinâmica de nitrogênio no solo, da várzea.

Tabela 3: Análises químicas das amostras de solo da várzea .

PROFUNDIDADE (cm)	pH (H ₂ O)	H+Al	Ca	Mg	K	Na	C	N (%)	C/N
			m eq. / 100g TFSA						
0 a 20 cm	5,7	0,57	7,20	2,20	0,17	0,06	0,58	0,04	14,50
20 a 40 cm	6,1	0,40	8,60	2,00	0,13	0,07			
40 a 60 cm	6,5	0,30	9,00	2,30	0,12	0,09			

Fonte: MARTINELLI (1986)

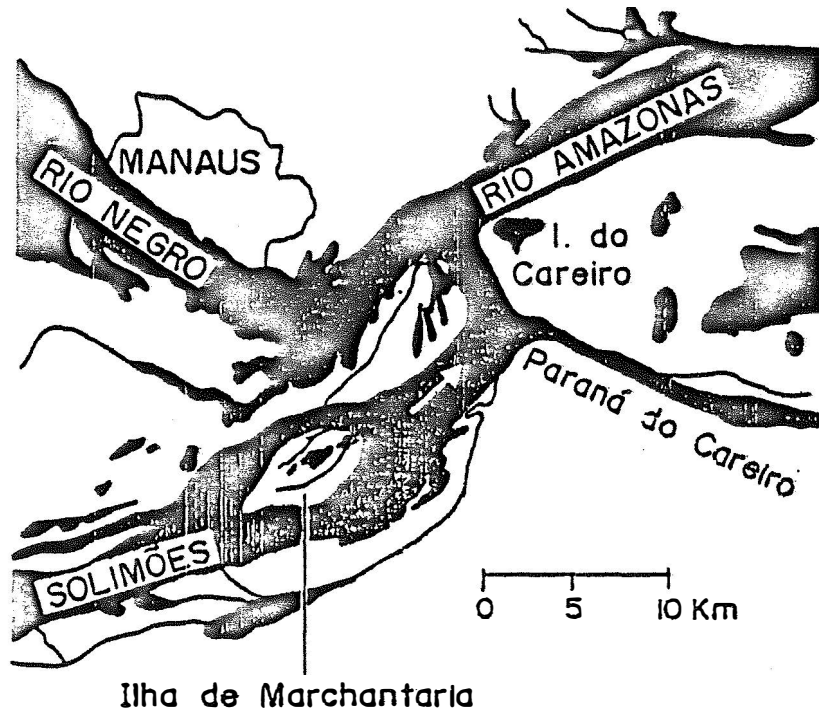


Figura 2 : Localização geográfica da ilha de Marchantaria (IRION, 1983).

3.2.2.Terra firme

O experimento foi conduzido na FUCADA (Fundação Centro de Apoio ao Distrito Agropecuário da SUFRAMA), a 45 Km de Manaus na estrada BR 174 (Manaus - Boa Vista), latitude 2° 36' S e longitude 60° 02' W (Figura-3). A FUCADA é uma fazenda experimental modelo, a qual se encontra tanto sob cobertura florestal pouco ou não alterada, quanto sob cultivos anuais e pastagens.

A vegetação da área em estudo é heterogênea, sendo caracterizada como Floresta Equatorial Úmida de Terra Firme (IPEAAOc,1971).

O clima que influencia a área é o que apresenta 2.101mm anual de precipitação pluviométrica, chovendo muito nos meses de novembro a maio, com 82% do total pluviométrico anual (IPEAAOc,1971).

A média anual de temperatura alcança 26,7° C com a mínima de 23,5° C e a máxima de 31,2° C. De acordo com estas características pela classificação de Koppen se enquadra no tipo Am (MARQUES FILHO et alli,1981).

A área estudada apresenta Latossolo Amarelo muito argiloso; as características químicas das amostras de solo sob diferentes coberturas estão apresentadas na Tabela 4.

Instalou-se este experimento com o objetivo de comparação da dinâmica de nitrogênio em um ecossistema natural (floresta) e ecossistemas manejados pelo homem (pastagem e cultura perene).

A floresta natural apresenta uma faixa larga de mata

primária, alta e densa sobre Latossolo argiloso, que corresponde ao tipo de vegetação e solo predominante nesta área (DIAS et alii, 1980; GUILLAUMET & KAHN, 1982). A superfície do solo possui uma cobertura com serrapilheira de folhas mantendo condições de umidade e sombra.

A área de pastagem estudada, foi semeada com o capim "Quicúio da Amazônia" (*Brachiaria humidicola*) estando na época da instalação do experimento (abril de 1987) com 21 meses de idade. Adubou-se a área a base de NPK (Tabela 5), sendo que a última adubação coincidiu com a penúltima amostragem. Nesta pastagem foi utilizado o sistema de pastoreio de rodízio, com 20 dias de pastoreio e 20 dias de descanso, em média.

A cultura perene da área de estudo é a Pupunha (*Bactris gasipaes*) a qual está localizada no banco de germoplasma do INPA (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia). Esta cultura apresenta um crescimento rápido, suas folhas contêm pouca lignina o que implica em uma rápida decomposição.

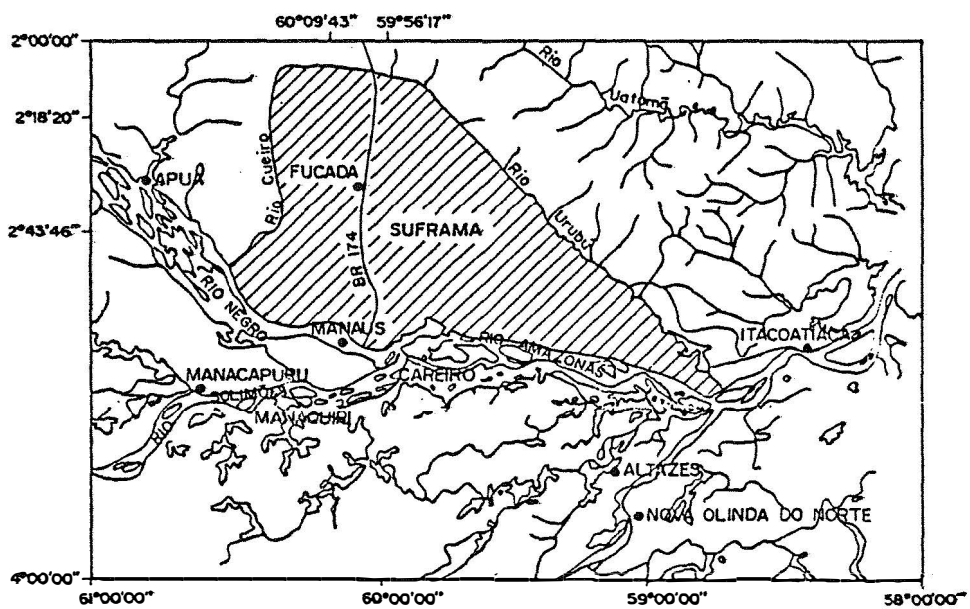


Figura 3 : Localização geográfica da FUCADA.

Tabela 4 : Análises químicas das amostras de solos da terra firme.

LOCAL	PROFUNDIDADE	pH (H ₂ O)	H+Al	Ca m eq. / 100g TFSA	Mg	K	P	Na	C (%)	N	C/N
FLORESTA	0 a 5 cm	4,09	3,81	0,09	0,12	0,11	0,07	0,10	4,83	0,29	16,65
	5 a 15 cm	4,23	2,72	0,05	0,06	0,06	0,03	0,06	2,68	0,18	14,89
	15 a 30 cm	4,27	2,38	0,07	0,06	0,05	0,02	0,05	2,11	0,15	14,07
PASTAGEM	0 a 5 cm	4,78	1,79	1,38	0,36	0,17	0,13	0,07	3,86	0,25	15,44
	5 a 15 cm	4,36	2,01	0,39	0,10	0,07	0,02	0,04	2,06	0,15	13,73
	15 a 30 cm	4,41	1,91	0,19	0,06	0,06	0,01	0,03	1,55	0,12	12,92
CULT. PERENE	0 a 5 cm	5,00	1,32	2,17	0,74	0,11	0,11	0,06	4,47	0,23	19,43
	5 a 15 cm	4,67	1,59	1,19	0,33	0,06	0,04	0,03	2,50	0,16	15,62
	15 a 30 cm	4,57	1,68	0,43	0,17	0,04	0,02	0,03	1,66	0,12	13,83

-Análises realizadas pelos laboratórios de Fertilidade do Solo, Química Analítica e Química do Solo - CENA (USP)

Tabela 5 : Adubação com NPK na pastagem durante o período de estudo.

Data de aplicação	Adubação	Quantidade
fevereiro-1987	25Kg de uréia 100kg de superfostato triplo 25 kg de cloreto de potássio	65kg/ha
junho- 1987	15kg de uréia 50kg de superfosfato triplo 50kg de fósforo bicálcico 15kg de cloreto de potássio	50kg/ha

-Dados fornecidos pela FUCADA (Fundação Centro de Apoio ao Distrito Agropecuario da SUFRAMA)- Manaus(AM)

3.3. Amostragem de solos para análises químicas

As amostras foram compostas por duas sub-amostras, as quais foram coletadas com menos de 1m de distância entre si e homogenizadas. Coletou as amostras de solo nas profundidades de 0-5cm, 5-15cm e 15-30cm; nas três áreas em estudo na terra firme. As análises químicas das amostras dos solos estão apresentadas na Tabela 4.

3.4. Análises das amostras de solos

3.4.1. Análise de nitrogênio total no solo

Nos experimentos de várzea as amostras de solo foram secas em estufas a 105°C e posteriormente foram digeridas e destiladas de acordo com o método semi-micro-Kjeldahl descrito por BREMNER(1965a).

Nos experimentos de terra-firme foram tomadas amostras frescas de solo e todos os resultados de nitrogênio total das amostras foram referidos a massa de solo seco em estufa a 105°C durante 48 horas.

3.4.2. Análise de nitrogênio na forma de amônio e nitrato no solo

Os "microlisímetros" foram conservados a -5°C até o momento das análises. As amostras de solo foram submetidas a extração de nitrogênio mineral, agitando durante 2 horas com 250ml de KCl 4N; e subsequentemente macrodestilação do filtrado com MgO coletando o destilado em solução indicadora de H_3BO_3 (2%), e determinando o $N-NH_4^+$ por titulação com HCl padronizado. Posteriormente a macrodestilação do filtrado com Liga de Devarda coletando o destilado em solução indicadora de H_3BO_3 (2%), e determinando por titulação com HCl padronizado o $N-NO_3^-$ de acordo com o método de BREMNER(1965b).

3.4.3. Análise da concentração isotópica de ^{15}N

As amostras de solo para análise da concentração isotópica de ^{15}N , foram efetuadas pelo método de Rittemberg, descrito por BREMNER e EDWARDS (1965) e adaptado por TRIVELIN et alii (1973), e analisadas no espectrômetros de massa. (MAT MOD 230 e ATLAS VARIANT, MOD CH-4)

Os resultados da composição isotópica do N_2 foram obtidos em espectrogramas correspondentes a correntes de íons de número de massa 28, 29 e 30; pela equação :

$$\text{Átomos \% de } ^{15}\text{N} = \frac{|_{28} + 2 |_{29}}{2(|_{28} + |_{29} + |_{30})} \times 100 \quad (3)$$

Onde:

$|_{28}$ = intensidade das correntes de íons de massa 28 ($^{14}\text{N} \ ^{14}\text{N}$)

$|_{29}$ = intensidade das correntes de íons de massa 29 ($^{14}\text{N} \ ^{15}\text{N}$)

$|_{30}$ = intensidade das correntes de íons de massa 30 ($^{15}\text{N} \ ^{15}\text{N}$)

3.5. Parâmetros avaliados

3.5.1. Nitrogênio total(mg)

$$\text{Nt(mg)} = \text{Nt(mg/g)} \times \text{M.S.(g)} \quad (4)$$

Onde:

Nt(mg/g) = mg de nitrogênio/g de solo seco

M.S. = matéria seca total do solo

O nitrogênio total no solo derivado do material vegetal (NtDMV) aplicado está apresentado na equação abaixo:

$$\text{NtDMV(\%)} = \frac{\text{At. } \%^{15}\text{N}_{\text{solo}} - \% \text{ A.N.}}{\text{At. } \%^{15}\text{N}_{\text{m.v.}} - \% \text{ A.N.}} \times 100 \quad (5)$$

Onde:

At. $\%^{15}\text{N}_{\text{solo}}$ = átomos % de ^{15}N no solo

At. $\%^{15}\text{N}_{\text{m.v.}}$ = átomos % de ^{15}N no material vegetal aplicado

$\% \text{ A.N.}$ = abundância natural de ^{15}N (0,366 át. % de ^{15}N)

A quantidade de nitrogênio total derivado do material vegetal em mg, foi calculada pela equação abaixo:

$$\text{NtDMV(mg)} = \text{Nt(mg)} \times \text{NtDMV(\%)} \quad (6)$$

Onde:

Nt = nitrogênio total

NtDMV = nitrogênio total derivado do material vegetal aplicado

3.5.2. Nitrogênio na forma de amônio (μg)

$$\text{N-NH}_4^+(\mu\text{g}) = \text{N-NH}_4^+(\mu\text{g/g}) \times \text{M.S.}(\text{g}) \quad (7)$$

Onde:

N-NH_4^+ = μg de nitrogênio na forma de amônio/ g de solo seco

M.S. = matéria seca total do solo

O nitrogênio na forma de amônio derivado do material vegetal aplicado foi calculado pela equação abaixo:

$$\text{N-NH}_4\text{DMV}(\%) = \frac{\text{At.}\% \text{ } ^{15}\text{N}_{\text{solo}} - \% \text{ A.N.}}{\text{At.}\% \text{ } ^{15}\text{N}_{\text{m.v.}} - \% \text{ A.N.}} \times 100 \quad (8)$$

Onde:

At.% $^{15}\text{N}_{\text{solo}}$ = átomos % de ^{15}N no solo

At.% $^{15}\text{N}_{\text{m.v.}}$ = átomos % de ^{15}N no material vegetal

% A.N. = abundância natural de ^{15}N (0,366 át. % de ^{15}N)

A quantidade de nitrogênio na forma de amônio derivado do material vegetal em mg foi calculada pela equação a seguir:

$$\text{N-NH}_4\text{DMV}(\mu\text{g}) = \text{NH}_4^+(\mu\text{g}) \times \text{NH}_4\text{DMV}(\%) \quad (9)$$

Onde:

$N-NH_4^+$ = nitrogênio na forma de amônio

$N-NH_4DMV$ = nitrogênio na forma de amônio derivado do material vegetal aplicado

3.5.3. Nitrogênio na forma de nitrato (μg)

$$N-NO_3^-(\mu g) = N-NO_3^-(\mu g/g) \times M.S.(g) \quad (10)$$

Onde:

$N-NO_3^-$ = μg de nitrogênio na forma de NO_3^- / g de solo seco

M.S. = matéria seca total do solo

Calculou-se o nitrogênio na forma de nitrato no solo derivado do material vegetal marcado com ^{15}N através da equação abaixo:

$$N-NO_3DMV(\%) = \frac{At.\% \ ^{15}N_{solo} - \% A.N.}{At.\% \ ^{15}N_{m.v.} - \% A.N.} \times 100 \quad (11)$$

Onde:

At. $\% \ ^{15}N_{solo}$ = átomos $\%$ de ^{15}N no solo

At. $\% \ ^{15}N_{m.v.}$ = átomos $\%$ de ^{15}N no material vegetal aplicado

$\%A.N.$ = abundância natural de ^{15}N (0,366 át. $\%$ de ^{15}N)

A quantidade de nitrogênio na forma de nitrato no solo derivado do material vegetal em mg, foi calculada pela equação a seguir:

$$\text{N-NO}_3\text{DMV}(\mu\text{g}) = \text{N-NO}_3^- (\mu\text{g}) \times \text{N-NO}_3\text{DMV}(\%) \quad (12)$$

Onde:

N-NO_3^- = nitrogênio na forma de nitrato

$\text{N-NO}_3\text{DMV}$ = nitrogênio na forma de nitrato no solo derivado do material vegetal aplicado

3.5.4. Nitrogênio orgânico

$$\text{Norg} (\mu\text{g}) = \text{Nt} - (\text{NH}_4 + \text{NO}_3) \quad (13)$$

O nitrogênio orgânico não foi determinado por análise química e sim por diferença do nitrogênio total e mineral.

3.6. Análise estatística

3.6.1. Análises das variáveis sem considerar as profundidades nos microlisímetros

Para análise do comportamento das diferentes variáveis de resposta nas coletas utilizou-se um Delineamento Experimental Inteiramente Casualizado. A relação entre as coletas e as variáveis de respostas, foram avaliadas pelos Testes "F" de Snedecor e Duncan a 95 % de confiança.

No experimento de terra firme realizou-se uma análise conjunta dos locais, com a finalidade de avaliar interferências ocorridas

no ecossistema natural. Desta forma estabeleceram-se critérios estatísticos de comparação dos locais em função das variáveis analisadas.

Na várzea não foi possível a realização de análise conjunta devido aos diferentes tempos de coletas dos experimentos, e pela impossibilidade da retirada dos tubos nas duas últimas coletas do experimento da várzea-II; pelo fato da área estar inundada.

3.6.2. Análises das variáveis considerando as diferentes profundidades nos microlisímetros

Aplicou-se um Delineamento Inteiramente Casualizado com Arranjo de Tratamentos em Parcelas Sub-divididas, funcionando as coletas como tratamento primários e as profundidades como tratamentos secundários.

O teste de significância utilizado para a comparação entre as coletas e profundidades foi o de Duncan a 95% de confiança.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Experimento conduzido na várzea-I

4.1.1. Transformações do nitrogênio no solo

Na Tabela 6 estão apresentados os teores médios ($\mu\text{g/g}$ de solo) de N_{total} (Norgânico + N_{mineral}), $N\text{-NH}_4^+$ e $N\text{-NO}_3^-$ do solo e derivado do material vegetal marcado; considerando os microlisímetros nas diferentes coletas. Os dados foram analisados pelos Testes de "F" e de Duncan (95% de diferença).

Os teores de N_{total} (solo + material vegetal incorporado), diferiram entre si para os diferentes dias de amostragens, fato que pode ser explicado pela dinâmica deste nutriente e conseqüentemente as perdas e ganhos do nitrogênio do solo (Tabela 6).

Nota-se que os valores médios de N_{tDMV} não apresentaram diferenças estatisticamente significativas, considerando as diferentes épocas de coletas. Porém, levando-se em consideração as médias em cada coleta, obteve-se a maior concentração aos 15 dias e esta decresceu lentamente com o tempo; este fenômeno pode ser atribuído as perdas de nitrogênio decorrente da decomposição do material vegetal incorporado (Tabela 6).

A comparação das médias de N-NH_4^+ (total), pelo Teste de Duncan ao nível de 5% indicou que a quantidade média da primeira coleta (15 dias) diferiu significativamente das demais, e estas não diferiram entre si; o ocorrido demonstra que o processo de amonificação foi mais intenso aos 15 dias (Tabela 6).

O teor médio de N-NH_4^+ derivado do material vegetal marcado foi maior aos 15 dias decorrente da instalação do experimento; decrescendo até 56 dias e tendo um aumento aos 82 dias (Tabela 6). Em vista dos dados expostos, observou-se que o processo de amonificação teve maior evidência aos 82 dias.

Nota-se que as frações médias de N-NO_3^- aumentaram com o tempo até 82 dias após a implantação do experimento e diminuí drasticamente na última coleta (110 dias) (Tabela 6), em decorrência do elevado coeficiente de variação não apareceram diferenças estatisticamente significativas; assim as diferenças encontradas entre as médias para as diferentes coletas podem ser atribuídas ao acaso.

Em relação ao N-NO_3^- derivado do material vegetal incorporado observa-se na Tabela 6 que não detectou-se diferença significativa entre a média da coleta aos 15 dias ($0,07 \mu\text{g/g}$ de solo) com a coleta aos 34 dias ($0,97 \mu\text{g/g}$ de solo), esta falta de sensibilidade no Teste de Duncan (5% de significância) pode ser atribuída ao alto coeficiente de variação (134%); demonstrando uma grande variabilidade dentro das coletas. Mesmo apresentando alto coeficiente de variação, o Teste "F" e de Duncan detectaram diferenças entre os valores médios das coletas por exemplo, a coleta aos 15 dias ($0,07 \mu\text{g/g}$ de solo) e a coleta aos 82 dias ($1,70 \mu\text{g/g}$ de solo).

A Tabela 6 mostra que os coeficientes de variação foram mais elevados para as diferentes formas de nitrogênio derivado do material vegetal marcado, em relação aos teores totais; o que era esperado pois para a determinação dos teores derivados do material vegetal marcado utilizou-se dos resultados isotópicos, acumulando desta maneira os erros analíticos.

A Figura 4 mostra os resultados percentuais das diferentes formas de nitrogênio do solo (gráfico A) e do material vegetal marcado (gráfico B) em relação ao nitrogênio total (solo + material vegetal marcado) para cada coleta. Estes dados encontram-se também nos Apêndices (19 e 20).

Devido aos elevados erros padrões das médias apresentados nos Apêndices (19 e 20), a discussão dos dados da Figura 4 basearam-se nas tendências observadas.

Os teores médios de N-NH_4^+ do solo diminuíram com o tempo e os valores médios de N-NO_3^- oscilaram, apresentando concentrações semelhantes ao do amônio apenas na 4ª coleta (82 dias) (Figura 4A).

De acordo com a Figura 4A, no período de 15 a 34 dias e de 56 a 82 dias nota-se uma tendência à ocorrência do processo de nitrificação porque os teores médios de amônio decresceram e houve o aumento do nitrato no solo; o mesmo aconteceu com o nitrogênio mineral do material vegetal marcado (Figura 4B).

O processo de imobilização do nitrogênio provavelmente ocorreu no período de 34 a 56 dias e de 82 a 110 dias, onde notou-se a diminuição das concentrações médias de amônio e nitrato no solo; o

mesmo procedeu-se com o material vegetal adicionado (Figuras 4A e 4B).

Aos 82 dias observou-se um drástico aumento na fração média de nitrogênio na forma de nitrato proveniente do material vegetal marcado, ultrapassando os teores médios de nitrogênio na forma de amônio para todas as coletas. Esta observação sugere que se deu uma intensa nitrificação e conseqüentemente a perda de nitrogênio na forma de nitrato do sistema porque aos 110 dias este se encontrava a nível de traço (Figura 4B).

As mesmas tendências as transformações foram averiguadas para o NorgDMV e $\text{N-NH}_4\text{DMV}$ no decorrer do experimento (Figura 4B).

Tabela 6 : Teores médios ($\mu\text{g/g}$ de solo) de nitrogênio total, amônio e nitrato do solo e derivado do material vegetal, nos microlisímetros, para o experimento instalado na várzea-I.

COLETA (dias)	Nt	NtDMV	N-NH ₄ ($\mu\text{g/g}$ de solo)	N-NH ₄ DMV	N-NO ₃	N-NO ₃ DMV
15	1307a	73	37,86a	1,86	1,64	0,07b
34	903b	50	12,86b	1,11	8,48	0,97ab
56	1410a	47	16,82b	0,84	9,06	0,18ab
82	1087ab	43	12,61b	1,51	11,86	1,70a
110	1083ab	40	11,15b	1,17	0,79	0,06b
teste F(%)	6	35	0	54	32	11
C.V.(%)	17	40	28	53	115	134
Média Geral	1158	51	18,26	1,30	6,37	0,60

* médias seguidas por alguma letra em comum não diferem pelo Teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

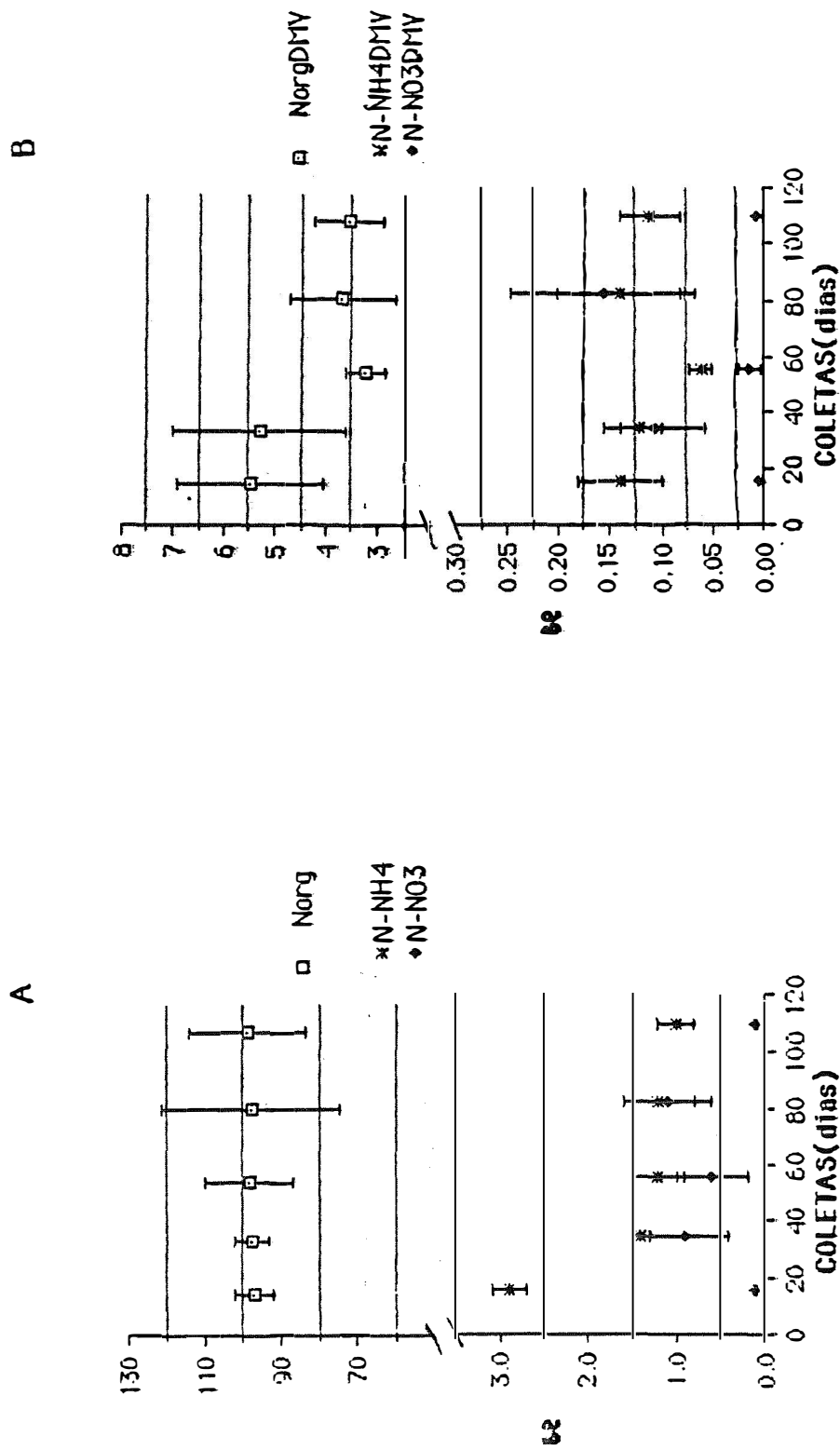


Figura 4 : Evolução do nitrogênio do solo (gráfico A) e do material vegetal marcado (gráfico B) em relação ao nitrogênio total recuperado em cada coleta, no experimento instalado na várzea-I.

4.1.2. Variação dos teores de diferentes formas de nitrogênio no solo em função da profundidade

De acordo com a Tabela 7 ocorreram diferenças significativas entre as médias de Nt para as coletas apenas na camada de 5 a 10 cm ; porém observaram-se diferenças significativas entre as profundidades para todas as as coletas. Notou-se que a medida que aumentou a profundidade, diminuiu a concentração da variável estudada e que esta concentrou-se nas camadas superficiais do solo (Figura 5A). Os dados estão de acordo com GREENLAND & KOWAL (1960) os quais relataram que em floresta tropical a distribuição das raízes sugere que a grande predominância dos nutrientes concentram-se na superfície do solo.

É interessante observar que as maiores concentrações de NtDMV foram nas camadas de 0 a 10 cm de profundidade do solo, que foi o ponto onde incorporou-se o material vegetal marcado; mostrando desta maneira um baixo deslocamento para as camadas mais profundas (Figura 5B). Ocorreram diferenças significativas entre as coletas apenas para a camada de 5 a 10 cm . Não observou-se diferenças significativas entre as médias de NtDMV nas profundidades para a coleta aos 82 dias (Tabela 7) em contraste com o ocorrido nas outras coletas.

Considerando os dados da Tabela 8, observou-se que o comportamento das médias de $N-NH_4^+$ do solo e $N-NH_4DMV$ para as coletas, tiveram um comportamento similar no que diz respeito as diferenças estatisticamente significativas, nas profundidades de 0-5cm e de 5-10cm do perfil do solo. As diferentes profundidades diferiram, para as duas variáveis em todas as coletas, exceto para a variável

N-NH₄DMV na coleta aos 56 dias.

As concentrações mais elevadas de N-NH₄⁺ do solo foram verificadas na camada superficial do solo (0-5cm), para todas as coletas, decrescendo no perfil do solo (Figura 6A).

Os teores médios de N-NH₄DMV indicados na Figura (6B) foram maiores na camada de 5a 10cm aos 15 e 56 dias. Este comportamento pode ser explicado pelo fato das maiores concentrações do NtDMV para as coletas indicadas terem sido encontradas nesta camada (Tabela 7), que pode ser devido a incorporação do material neste ponto.

Através dos dados informados na Tabela (9), verificou-se diferenças estatísticas significativas entre as coletas apenas na camada de 0-5cm em função da variável N-NO₃⁻, e em função da variável N-NO₃DMV para as camadas de 0-5cm e 5-10cm do perfil do solo.

A comparação entre as médias de profundidades para a variável N-NO₃⁻ do solo indicou que existem diferenças significativas aos 56 e 82 dias. Para a variável N-NO₃DMV observou-se estas diferenças aos 34 e 82 dias (Tabela 9).

Os teores médios de N-NO₃⁻ do solo e N-NO₃DMV, diminuíram com o aumento da profundidade; o que indica que não houve migração ou percolação destas frações com o tempo (Figuras 7A e 7B).

Tabela 7: Teores de nitrogênio total do solo (Nt) e nitrogênio total derivado do material vegetal incorporado (NtDMV), em diferentes profundidades e épocas de amostragens no experimento instalado na várzea-I.

PROFUNDIDADE (cm)	COLETA (dias)				
	15	34	56	82	110
	Nt (µg/g de solo)				
0-5	3853 A	2977 A	3290 A	3570 A	3013 A
5 - 10	3063 A a	1043 B b	3157 A a	2780 A a	1790 AB ab
10 - 15	860 B	700 B	1027 B	447 B	693 B
15 - 20	580 B	413 B	760 B	420 B	610 B
20 - 25	570 B	383 B	637 B	427 B	467 B
	NtDMV (µg/g de solo)				
0-5	233,0 A	290,3 A	150,7 AB	211,3	224,0 A
5 - 10	368,0 Aa	84,7 Bb	237,3 Aab	155,0 b	83,3 AB b
10 - 15	2,7 B	8,0 B	2,7 B	2,0	2,3 B
15 - 20	1,0 B	0,7 B	0,7 B	1,3	1,0 B
20 - 25	0,7 B	1,0 B	0,3 B	0,3	0,7 B

- médias seguidas por alguma letra, minúscula na horizontal, em comum não diferem pelo Teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

- médias seguidas por alguma letra, maiúscula na vertical, em comum não diferem pelo Teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

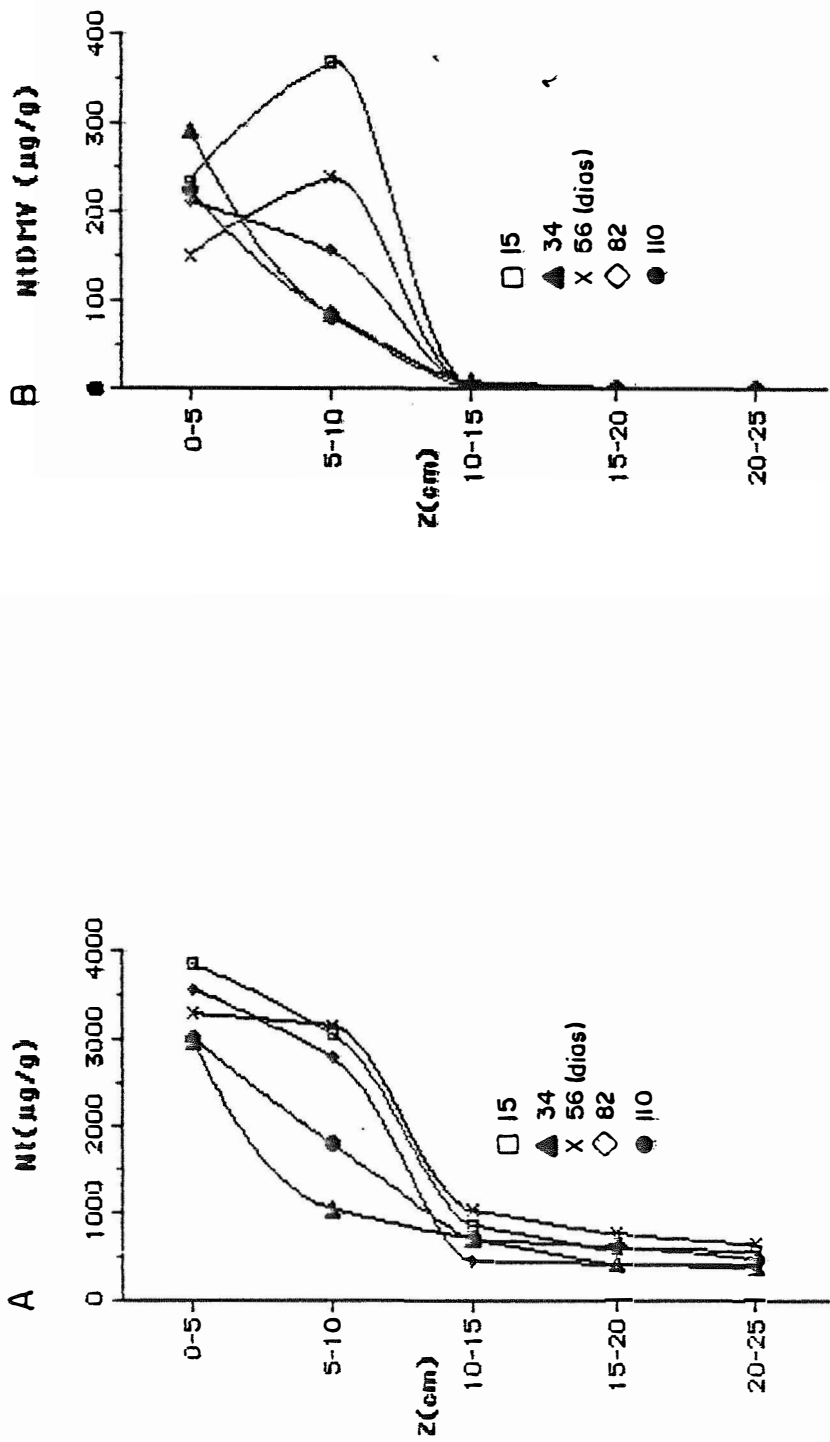


Figura 5: Dinâmica do nitrogênio total do solo (gráfico A) e do material vegetal incorporado (gráfico B), em diferentes profundidades e épocas de amostragens no experimento instalado na várzea-1.

Tabela 8 : Teores de nitrogênio na forma de amônio do solo (N-NH₄) e amônio derivado do material vegetal incorporado (N-NH₄DMV), em diferentes profundidades e épocas de amostragens no experimento instalado na várzea-I.

PROFUNDIDADE (cm)	COLETA (dias)				
	15	34	56	82	110
	N-NH₄⁺ (µg/g de solo)				
0-5	143,17 A a	48,70 A b	44,61 A b	57,47 A b	51,42 A b
5-10	75,56 B a	11,20 B b	33,94 AB b	22,41 B b	18,69 B b
10-15	24,39 C	10,30 B	14,71 B C	2,77 B	4,91 B
15-20	11,03 C	7,64 B	6,97 C	2,15 B	3,17 B
20-25	7,46 C	4,01 B	6,49 C	1,89 B	1,21 B
	N-NH₄DMV (µg/g de solo)				
0-5	6,16 B ab	7,58 A a	2,82 b	7,67 A a	6,99 A ab
5-10	10,38 A a	0,90 B b	3,92 b	3,21 B b	1,97 B b
10-15	0,39 C	0,09 B	0,16	0,04 B	0,08 B
15-20	0,05 C	0,07 B	0,03	0,02 B	0,02 B
20-25	0,02 C	0,04 B	0,03	0,02 B	0,01 B

- médias seguidas por alguma letra, minúscula na horizontal, em comum não diferem pelo Teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

- médias seguidas por alguma letra, maiúscula na vertical, em comum não diferem pelo Teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

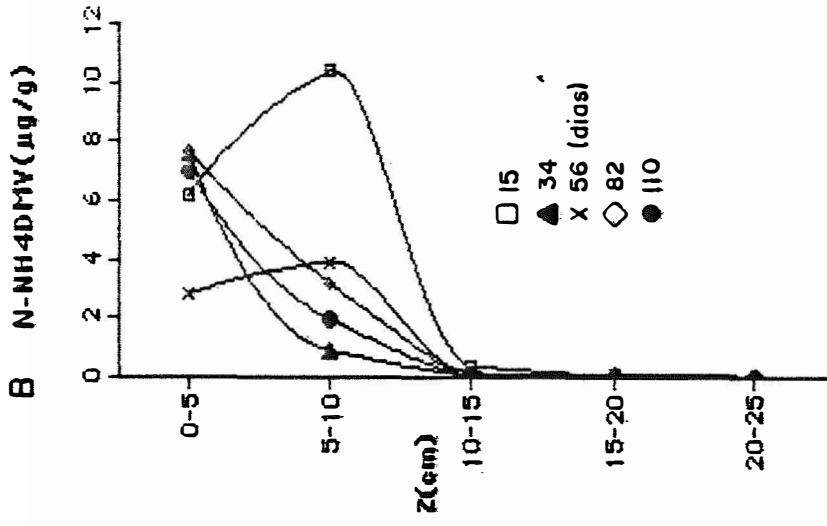
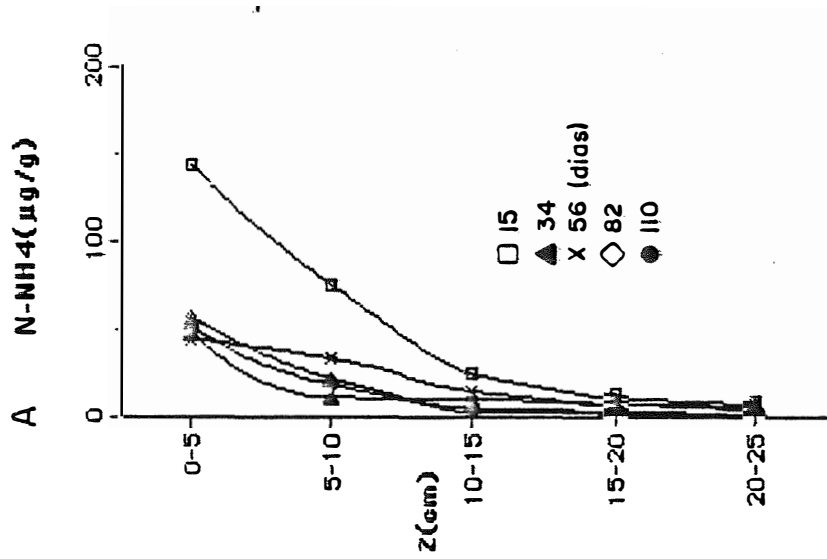


Figura 6 : Dinâmica do amônio total do solo (gráfico A) e do material vegetal incorporado (gráfico B), em diferentes profundidades e épocas de amostragens no experimento instalado na várzea-I.

Tabela 9: Teores de nitrogênio na forma de nitrato do solo (N-NO₃) e nitrato derivado do material vegetal incorporado (N-NO₃DMV), em diferentes profundidades e épocas de amostragens no experimento instalado na várzea-I.

PROFUNDIDADE (cm)	COLETA (dias)				
	15	34	56	82	110
N-NO₃⁻ (µg/g de solo)					
0-5	7,26 bc	26,15abc	47,77 A a	32,83 A ab	4,38 c
5 - 10	3,23	15,91	9,33 B	24,46 AB	1,23
10 - 15	0,73	3,55	2,28 B	11,10 AB	0,00
15 - 20	0,51	2,12	1,95 B	4,38 B	0,00
20 - 25	0,62	0,80	1,62 B	0,68 B	0,00
N-NO₃DMV (µg/g de solo)					
0-5	0,29 b	4,10 A a	0,83 b	3,53 A a	0,37 b
5 - 10	0,15 b	1,05 B b	0,61 b	3,92 A a	0,08 b
10 - 15	0,04	0,35 B	0,03	1,88 B	0,00
15 - 20	0,03	0,16 B	0,02	0,61 B C	0,00
20 - 25	0,00	0,01 B	0,02	0,05 C	0,00

- médias seguidas por alguma letra, minúscula na horizontal, em comum não diferem pelo Teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

- médias seguidas por alguma letra, maiúscula na vertical, em comum não diferem pelo Teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

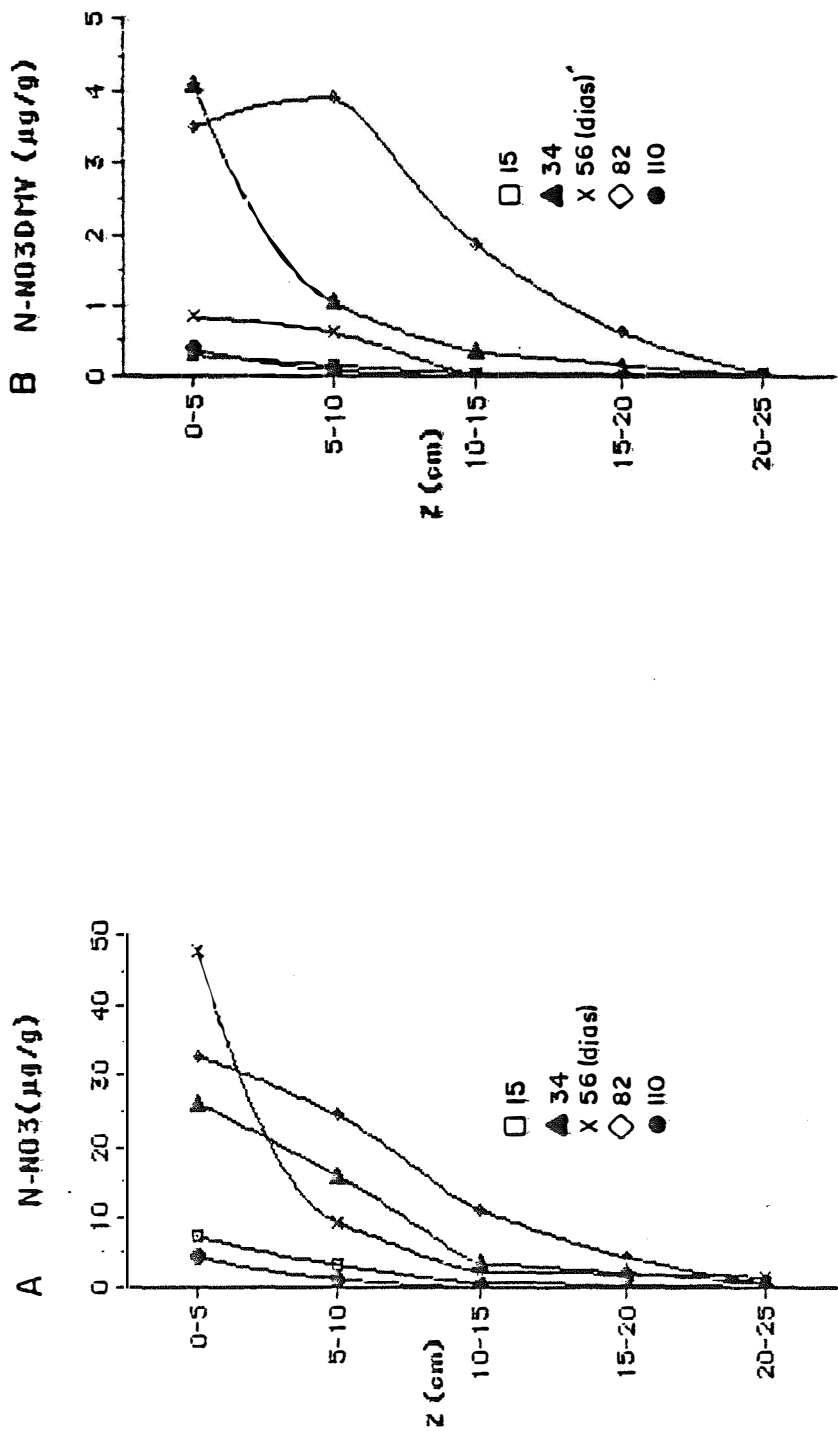


Figura 7 : Dinâmica do nitrato total do solo (gráfico A) e do material vegetal incorporado (gráfico B), em diferentes profundidades e épocas de amostragens no experimento instalado na varzea-1.

4.2. Experimento conduzido na várzea-II

4.2.1. Transformações do nitrogênio no solo

Pode-se observar na Tabela 10 que as coletas não apresentaram diferenças significativas apenas para a variável NtDMV.

Segundo a Tabela 10 os coeficientes de variação foram menores para os teores de nitrogênio natural nas diferentes formas, quando comparado aos teores derivados do material marcado; pois utilizou-se os resultados isotópicos e os teores naturais para os cálculos das frações provenientes do material marcado adicionado.

Em relação a variável $N-NH_4^+$ do solo, observou-se que esta aumentou com o tempo (Tabela 10).

Os teores de $N-NH_4^+$ DMV aumentaram com o tempo, o que se relaciona ao processo de amonificação, porém não detectou-se o processo de nitrificação, porque os teores de $N-NO_3^-$ DMV foram praticamente nulos (Tabela 10). Este fato vem novamente reforçar o que já havia sido verificado por FOCHT & VERSTRAETE (1977) que concluíram que a nitrificação ocorre em qualquer tipo de solo, desde que haja $N-NH_4^+$ presente e que os fatores ambientais sejam favoráveis; porém em solos muito úmidos a nitrificação é praticamente nula. Segundo JUNK & HOWARD-WILLIAMS (1984) ocorre um acúmulo de nitrato na fase terrestre, e na fase aquática pode ser perdido por desnitrificação.

As frações de nitrogênio, proveniente do material vegetal incorporado ao solo (Figura 8B) e do solo (Figura 8A) nas formas de

N-orgânico, N- NH_4^+ e N- NO_3^- em relação ao nitrogênio total em cada coleta, podem ser vistas na Figura 8 e nos Apêndices (21 e 22).

As conclusões foram elaboradas através das tendências dos processos, devido aos elevados erros padrões das médias (Apêndices 21 e 22).

Os teores médios de nitrogênio na forma de nitrato do solo acompanharam a tendência do amônio, sendo que a medida que decresceu um elemento o mesmo ocorreu com o outro. Isto reflete a ocorrência do processo de imobilização e em seguida a mineralização (após 43 dias) (Figura 8A).

As frações médias de N- NH_4DMV seguiram a mesma tendência do N- NH_4^+ do solo, porém não foi detectado N- NO_3DMV provavelmente pela alta condição de umidade do solo. Em sistemas alagados o nitrogênio na forma de amônio é formado continuamente, sendo que a rapidez de formação depende dos materiais orgânicos presentes no solo (MIKKELSEN e DEDATTA, 1979).

Tabela 10 : Teores médios ($\mu\text{g/g}$ de solo) de nitrogênio total, amônio e nitrato do solo e derivado do material vegetal, nos microlisímetros, para o experimento instalado na várzea-II

COLETA (dias)	Nt	NtDMV	N-NH ₄ ($\mu\text{g/g}$ de solo)	N-NH ₄ DMV	N-NO ₃	N-NO ₃ DMV
15	200b	30	1,90b	0,42b	0,50a	0,01a
43	353a	53	2,34b	0,65ab	0,00b	0,00b
74	273ab	43	2,97a	0,99a	0,58a	0,01a
teste F (%)	7	26	1	5	0	6
C.V.(%)	23	29	10	33	18	69
Média Geral	276	42	2,41	0,69	0,36	0,01

* médias seguidas por alguma letra em comum não diferem pelo Teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

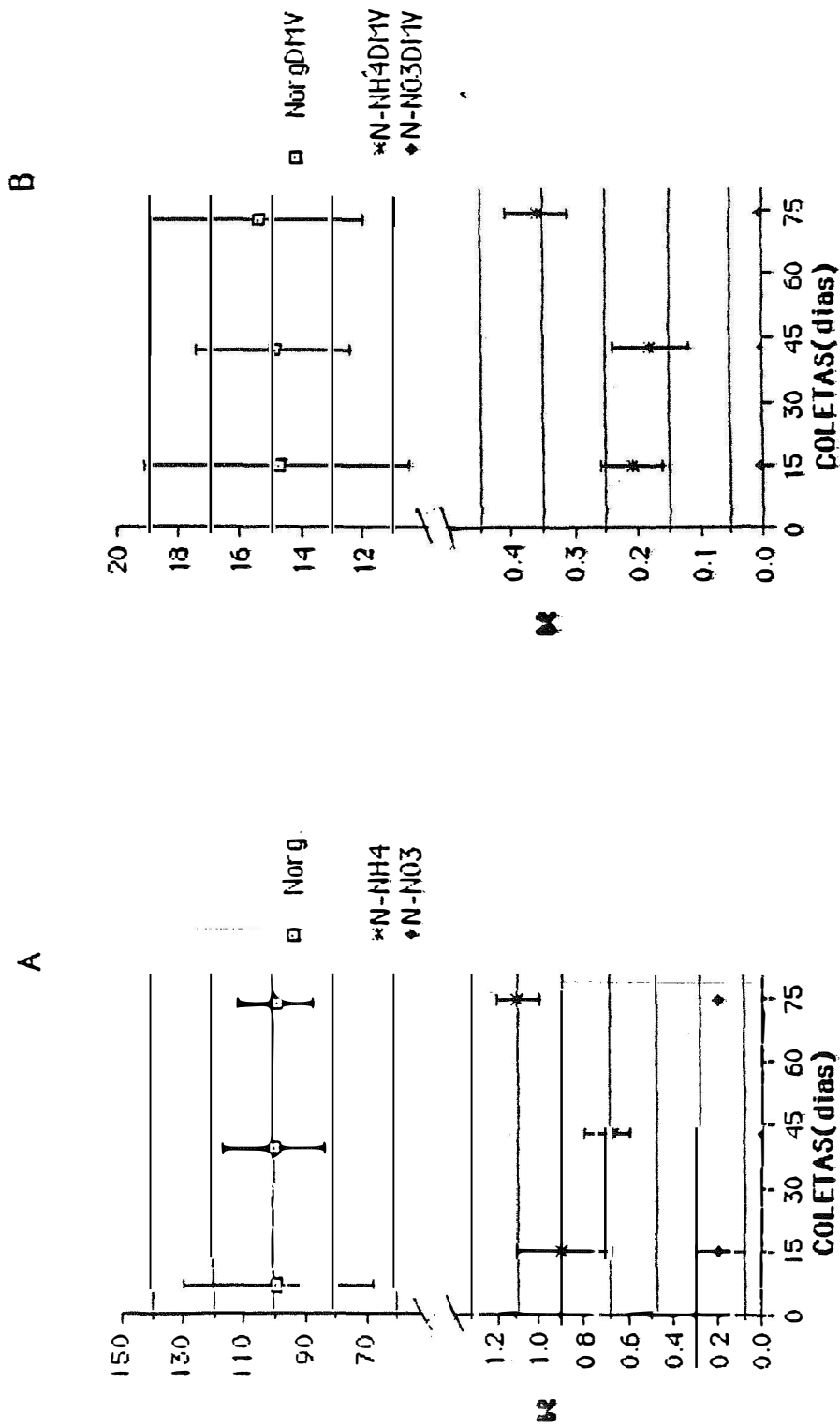


Figura 8 : Evolução do nitrogênio do solo (gráfico A) e do material vegetal marcado (gráfico B) em relação ao nitrogênio total recuperado em cada coleta, no experimento instalado na várzea-II.

4.2.2. Variação dos teores de diferentes formas de nitrogênio no solo em função da profundidade

Através dos resultados informados na Tabela 11 verificou-se diferenças estatisticamente significativas entre as coletas para a variável Nt nas camadas de 5 a 10 cm e de 10 a 15 cm no perfil do solo. Para a variável NtDMV encontraram-se diferenças somente na camada de 5 a 10 cm.

Diferenças significativas ocorreram entre as profundidades em função das variáveis citadas acima em todas as coletas (Tabela 11).

No que se refere ao nitrogênio total do solo, as mais altas concentrações no perfil do solo comparando-se as outras amostragens se deram aos 43 dias (Figura 9A).

A Figura 9B mostra altos teores de NtDMV na camada de 5 a 10 cm aos 43 e 74 dias, fato que pode ser explicado pela incorporação do material vegetal nesta camada.

Observa-se na Tabela 12 diferenças significativas entre as coletas para as variáveis $N-NH_4^+$ do solo e $N-NH_4DMV$ na camada de 5 a 10 cm no perfil do solo. Com respeito as profundidades estas não diferiram aos 15 dias para ambas variáveis de resposta e nem aos 43 dias para o $N-NH_4DMV$.

Segundo a Figura 10B as maiores concentrações de $N-NH_4DMV$ foram observadas aos 74 dias de 0 a 10 cm de profundidade, sendo que nas camadas mais profundas estas diminuíram a níveis de traços.

Na Figura 10 verifica-se que tanto o $N-NH_4^+$ do solo como o $N-NH_4DMV$ seguiram a mesma tendência no perfil do solo.

A Tabela 13 mostra a ocorrência de diferenças significativas entre as coletas para as camadas de 0-5 cm e 5-10cm para as variáveis $N-NO_3^-$ do solo e $N-NO_3DMV$, e também para a camada de 10-15cm para a variável $N-NO_3^-$ do solo .

As diferenças significativas entre as profundidades aconteceram aos 74 dias para $N-NO_3^-$ do solo e aos 15 dias para $N-NO_3DMV$ (Tabela 13).

Como pode ser visto na Figura (11A), aos 43 dias não foi detectado nitrogênio na forma de nitrato ao longo do perfil, provavelmente devido as perdas por lixiviação , volatilização e ou denitrificação; notando-se nesta coleta a presença de $N-NH_4^+$ o que indicou a não ocorrência do processo de nitrificação.

De acordo com os dados mostrados na Figura 11B as concentrações médias de $N-NO_3DMV$ foram muito baixas no perfil do solo, no decorrer do experimento.

Tabela 11 : Teores de nitrogênio total do solo (Nt) e nitrogênio total derivado do material vegetal incorporado (NtDMV), em diferentes profundidades e épocas de amostragens no experimento instalado na várzea-II.

PROFUNDIDADE (cm)	COLETA (dias)		
	15	43	74
	Nt (µg/g de solo)		
0 - 5	366,67 A	373,33 AB	366,67 A
5 - 10	263,33 AB b	510,00 A a	370,00 A ab
10 - 15	106,67 C b	333,33 B a	286,67 AB a
15 - 20	146,67 BC	286,67 B	193,33 B
20 - 25	173,33 BC	290,00 B	220,00 AB
	NtDMV (µg/g de solo)		
0 - 5	113,67 A	72,67 B	99,67 AB
5 - 10	76,33 AB b	188,33 A a	135,00 A ab
10 - 15	1,33 B	24,67 B	32,67 BC
15 - 20	0,67 B	3,67 B	1,00 C
20 - 25	2,00 B	2,67 B	1,00 C

- médias seguidas por alguma letra, minúscula na horizontal, em comum não diferem pelo Teste de Duncan ao nível de 5% de significância

- médias seguidas por alguma letra, maiúscula na vertical, em comum não diferem pelo Teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

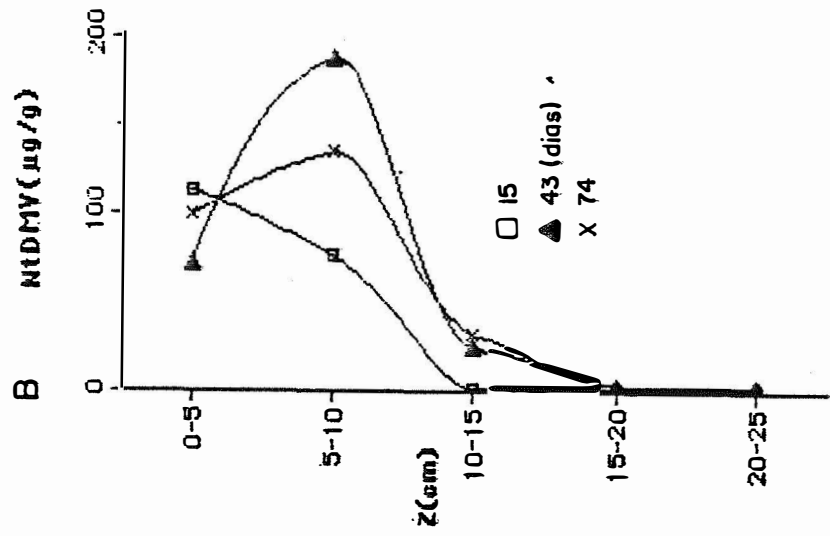
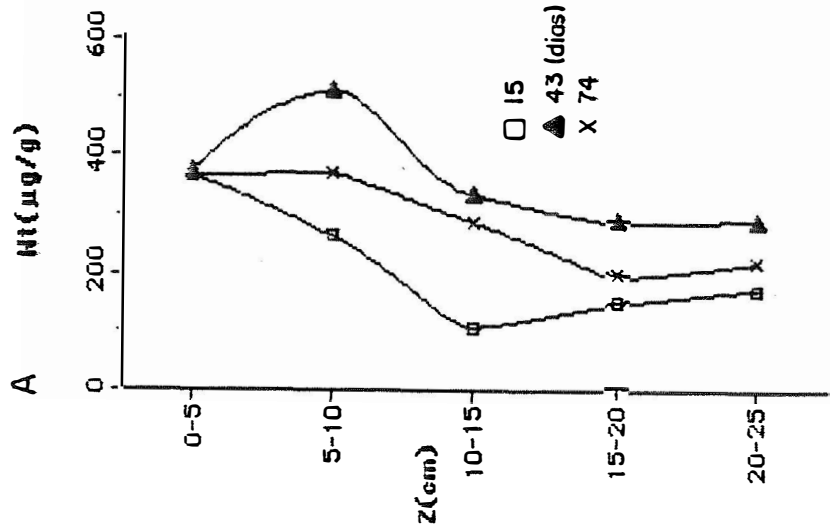


Figura 9 : Dinâmica do nitrogênio total do solo (gráfico A) e do material vegetal incorporado (gráfico B), em diferentes profundidades e épocas de amostragens no experimento instalado na várzea-II.

Tabela 12: Teores de nitrogênio na forma de amônio do solo (N-NH₄) e amônio derivado do material vegetal incorporado (N-NH₄DMV), em diferentes profundidades e épocas amostragens no experimento instalado na várzea-II.

PROFUNDIDADE (cm)	COLETA (dias)		
	15	43	74
	N-NH₄⁺ (µg/g de solo)		
0 - 5	3,66	4,20 A	5,64 A
5 - 10	2,04 b	5,25 A a	5,17 A a
10 - 15	1,21	1,19 B	2,16 B
15 - 20	1,64	0,89 B	1,60 B
20 - 25	1,48	0,76 B	1,71 B
	N-NH₄DMV (µg/g de solo)		
0 - 5	1,86	1,29	2,85 A
5 - 10	0,52 b	2,14 ab	2,73 A a
10 - 15	0,04	0,10	0,46 B
15 - 20	0,03	0,03	0,04 B
20 - 25	0,02	0,01	0,02 B

- médias seguidas por alguma letra, minúscula na horizontal, em comum não diferem pelo Teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

- médias seguidas por alguma letra, maiúscula na vertical, em comum não diferem pelo Teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

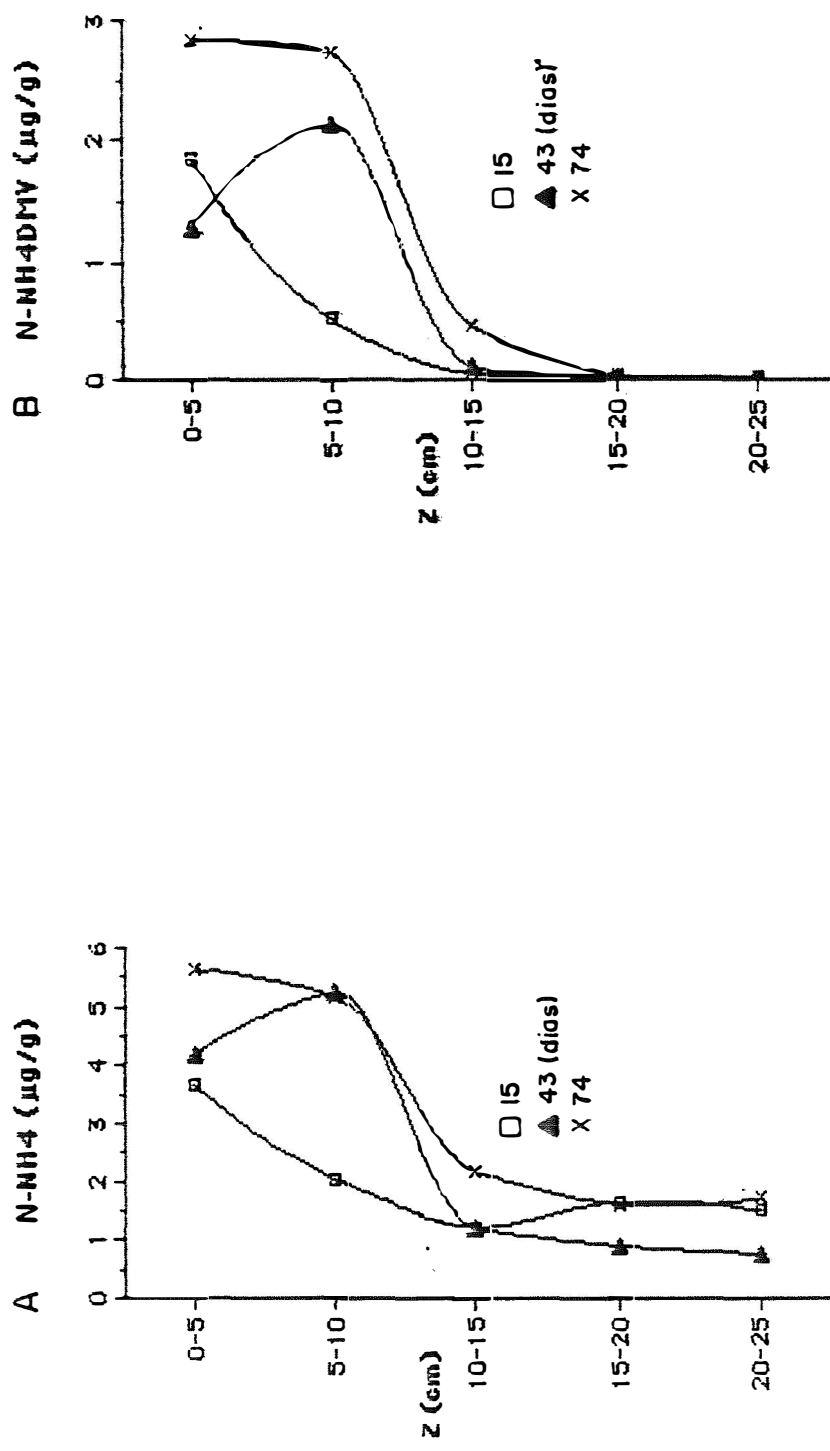


Figura 10: Dinâmica do amônio total do solo (gráfico A) e do material vegetal incorporado (gráfico B), em diferentes profundidades e épocas de amostragens no experimento instalado na várzea-II.

Tabela 13: Teores de nitrogênio na forma de nitrato do solo (N-NO₃) e nitrato derivado de material vegetal incorporado (N-NO₃DMV), em diferentes profundidades e épocas de amostragens no experimento instalado na várzea-II.

PROFUNDIDADE (cm)	COLETA (dias)		
	15	43	74
	N-NO₃⁻ (µg/g de solo)		
0 - 5	0,56 a	0,00 b	0,60 AB a
5 - 10	0,73 a	0,00 b	0,34 B b
10 - 15	0,58 a	0,00 b	0,88 A a
15 - 20	0,31	0,00	0,33 B
20 - 25	0,42	0,00	0,64 AB
	N-NO₃DMV (µg/g de solo)		
0 - 5	0,026 AB a	0,00 b	0,027 a
5 - 10	0,032 A a	0,00 b	0,018 ab
10 - 15	0,003 C	0,00	0,015
15 - 20	0,007 BC	0,00	0,006
20 - 25	0,012 ABC	0,00	0,005

- médias seguidas por alguma letra, minúscula na horizontal, em comum não diferem pelo Teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

- médias seguidas por alguma letra, maiúscula na vertical, em comum não diferem pelo Teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

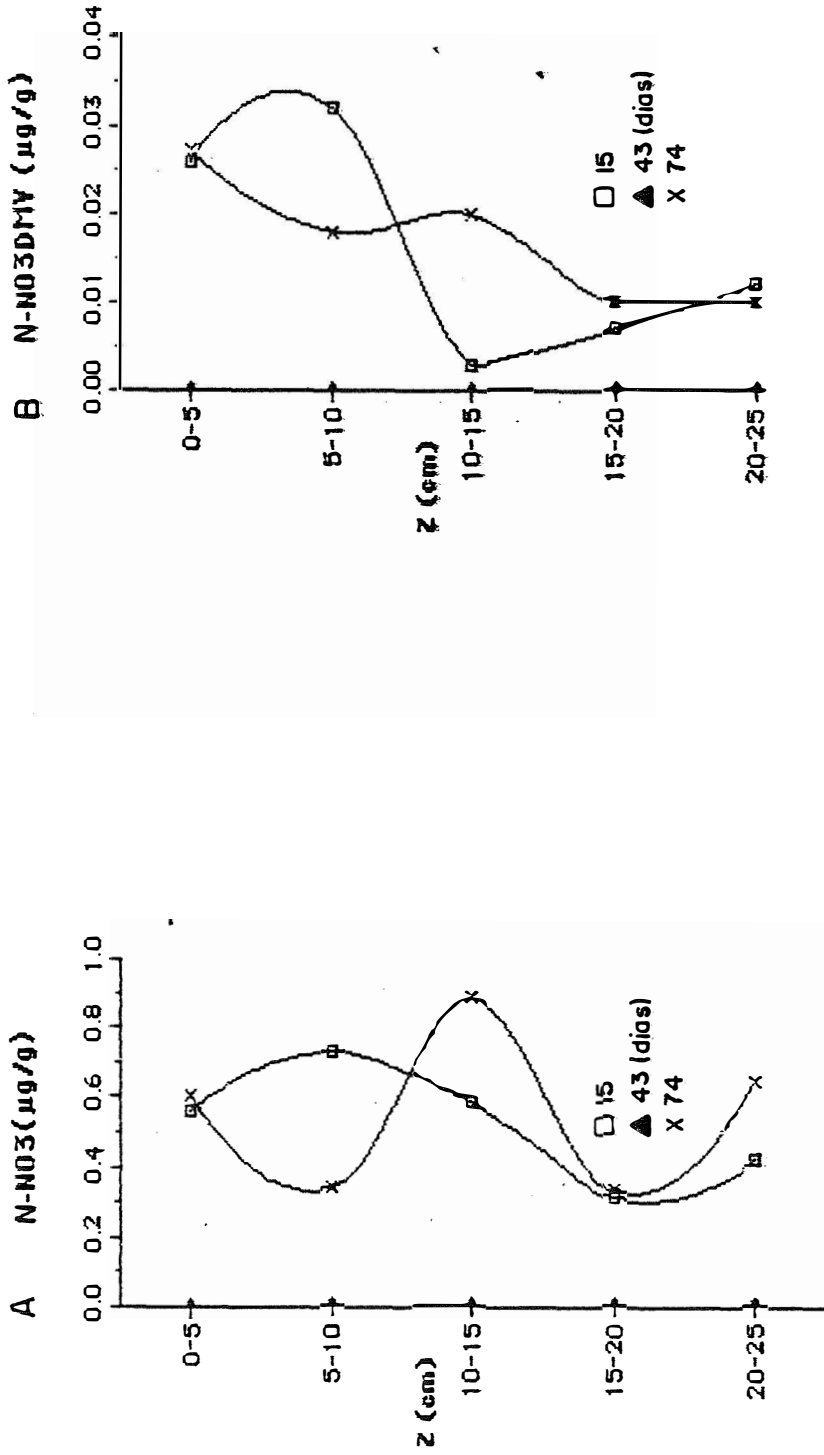


Figura 11: Dinâmica do nitrato total do solo (gráfico A) e do material vegetal incorporado (gráfico B), em diferentes profundidades e épocas de amostragens no experimento instalado na várzea-II.

4.3. Experimentos conduzidos na terra firme

4.3.1. Transformações do nitrogênio no solo considerando as coletas conjuntamente

Considerando-se os três locais estudados, a cultura perene apresentou as maiores concentrações médias de nitrogênio nas formas de nitrogênio total e mineral do solo, amônio e nitrato derivados do material vegetal aplicado; o qual pode ser explicado pela maior concentração do material incorporado na cultura perene em relação aos outros locais e consequentemente maior mineralização (Tabela 14).

Os coeficientes de variação foram mais elevados para as formas de nitrogênio derivadas do material vegetal incorporado, devido a utilização dos teores naturais e concentrações isotópicas para efeito destes cálculos (Tabela 14).

O processo de amonificação no solo apresentou uma tendência de maior intensidade no experimento instalado na cultura perene seguida pela floresta e pastagem; provavelmente devido a menor relação C/N do material incorporado na cultura perene que foi aproximadamente 12. Estatisticamente encontrou-se diferenças significativas pelo Teste de Duncan (5% de significância) entre as médias de $N-NH_4^+$ do solo para o experimentos instalados na cultura perene e pastagem.

Os teores médios de $N-NH_4$ DMV aos 30 dias foram semelhantes para o experimento da floresta e pastagem e o da cultura perene foi 10 vezes maior. Deve ser considerado que a relação C/N do

material vegetal incorporado na floresta e pastagem estava em torno de 36 e na cultura perene em torno de 12.

A nitrificação no solo foi mais intensa no experimento instalado na cultura perene seguida pela pastagem e floresta natural; porém não detectou-se diferenças significativas entre os locais devido ao alto coeficiente de variação (153%) (Tabela 14).

Os dados obtidos na Tabela 15 concordam com os resultados de NYBORG & HOYT (1978), os quais indicam que em solos virgens a taxa de nitrificação é baixa, e em solos cultivados esta taxa é maior devido ao alto número de bactérias nitrificadoras.

De acordo com HERRERA & JORDAN (1981) na região Amazônica a forma dominante de nitrogênio mineral é o amônio, pois segundo JORDAN et alii (1978) a acidez do solo é um fator limitante na proliferação de bactérias nitrificadoras; o que pode indicar um mecanismo de conservação de nitrogênio contra a lixiviação. Os dados obtidos tanto nos experimentos na várzea como na terra firme estão de acordo com os autores acima citados.

Segundo LUIZÃO (1988) a concentração de nitrogênio mineral foi similar nos sistemas estudados (pastagem, floresta e queimada) alcançou níveis altos em janeiro e fevereiro de 1987, decrescendo para níveis muito baixos em março e abril e aumentando nos meses de junho e julho. De acordo com os dados obtidos (Figura 15) as maiores concentrações de nitrogênio mineral foram detectadas nas duas últimas coletas (junho e julho), concordando desta maneira com os resultados dos trabalhos mencionados.

Tabela 14: Comparação entre as médias de nitrogênio dos diferentes locais, considerando as coletas conjuntamente, no experimento instalado na terra firme.

LOCAL	Nt	NtDMV	N-NH4 ($\mu\text{g/g}$ de solo)	N-NH4DMV	N-NO3	N-NO3DMV
FLORESTA	1570	39b	28,38ab	2,87b	2,57	0,19
PASTAGEM	1400	20c	18,08b	1,34b	2,92	0,29
CULT. PERENE	1500	65a	44,17a	15,66a	6,05	1,44
teste F (%)	32	0,1	1	0	34	19
C.V.(%)	13	48	41	80	153	238
Média Geral	1492	41	30,21	6,63	3,85	0,64

* médias seguidas por alguma letra em comum não diferem pelo Teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

Tabela 15: Comparação entre os valores médios de nitrogênio das diferentes coletas, discriminando os locais, no experimento instalado na terra firme.

FLORESTA						
COLETA (dias)	Nt	NtDMV	N-NH4 ($\mu\text{g/g}$ de solo)	N-NH4DMV	N-NO3	N-NO3DMV
15	1600	47	17,58b	1,55	4,40	0,46
30	1510	27	22,15b	3,09	1,17	0,03
60	1460	33	34,46a	3,50	3,20	0,22
90	1700	50	39,32a	3,34	1,53	0,05
teste F (%)	62	58	1	18	28	31
C.V.(%)	15	58	21	38	82	151
Média Geral	1570	39	28,38	2,87	2,57	0,19

PASTAGEM						
COLETAS (dias)	Nt	NtDMV	N-NH4 ($\mu\text{g/g}$ de solo)	N-NH4DMV	N-NO3	N-NO3DMV
15	1340ab	18	15,10	1,51	2,10	0,08
30	1110b	20	13,00	1,31	3,11	0,43
60	1530a	16	23,37	1,19	1,55	0,04
90	1630a	27	20,87	1,38	4,95	0,61
teste F (%)	5	56	41	96	50	53
C.V.(%)	14	48	44	58	95	173
Média Geral	1400	20	18,08	1,35	2,93	0,29

CUL.PERENE						
COLETAS (dias)	Nt	NtDMV	N-NH4 ($\mu\text{g/g}$ de solo)	N-NH4DMV	N-NO3	N-NO3DMV
15	1270b	67	34,37	18,52	1,82	0,13
30	1440ab	57	33,35	16,39	1,46	0,10
60	1680a	73	69,06	16,36	12,11	2,97
90	1630a	63	39,90	11,39	8,81	2,54
teste F (%)	5	86	15	80	52	42
C.V.(%)	11	37	43	58	158	179
Média Geral	1500	65	44,17	15,66	6,05	1,44

* médias seguidas por alguma letra em comum não diferem pelo Teste de Duncan ao nível de 5 % de significância.

4.3.2. Experimento conduzido na floresta natural

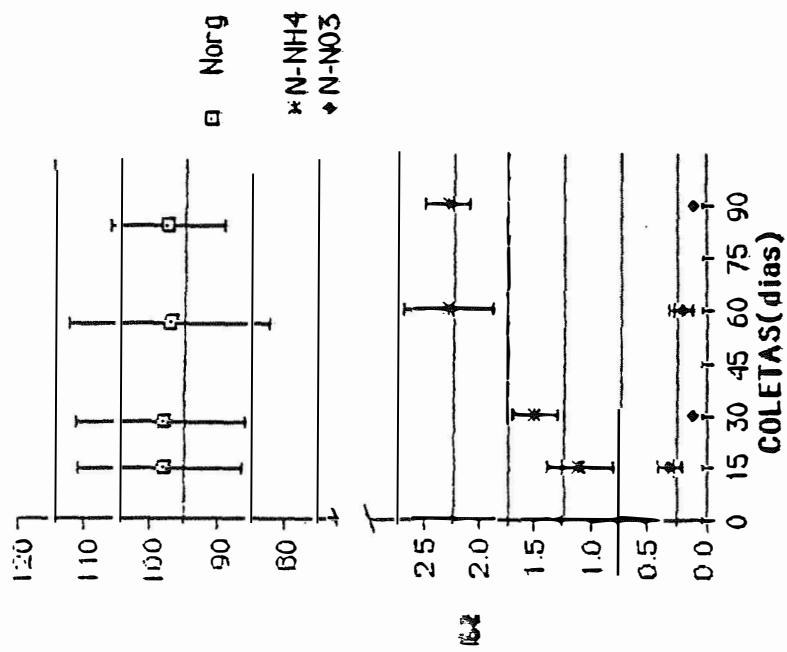
4.3.2.1. Transformações do nitrogênio no solo

Comparando-se os dados médios das diferentes formas de nitrogênio, observa-se na Tabela 15 que diferiu significativamente pelo Teste de Duncan (5% de significância) apenas o N-NH_4^+ do solo, o qual aumentou com o decorrer do tempo. Neste caso as condições do solo estavam propícias ao processo de amonificação. Na mesma tabela pode-se observar que os coeficientes de variação foram mais elevados para as formas de nitrogênio derivados do material marcado em relação ao natural.

Na Figura 12 constam as frações de nitrogênio proveniente do material vegetal marcado (Figura 12B) e do solo (Figura 12A) em relação ao nitrogênio total recuperado em cada coleta. Esta figura foi elaborada com os dados dos Apêndices 23 e 24, os quais evidenciam elevados erros padrões das médias; por esta razão as conclusões foram realizadas através das tendências dos processos.

Nota-se na Figura 12B que no período de 15 a 30 dias houve uma tendência do processo inicial da mineralização, que é a amonificação. Após este período aumentou continuamente o nitrogênio na forma de amônio e também houve um pequeno aumento no nitrogênio na forma de nitrato, até os 60 dias. A seguir observou-se o processo de imobilização. As mesmas tendências foram observadas para o nitrogênio mineral do solo (Figura 12B).

A



B

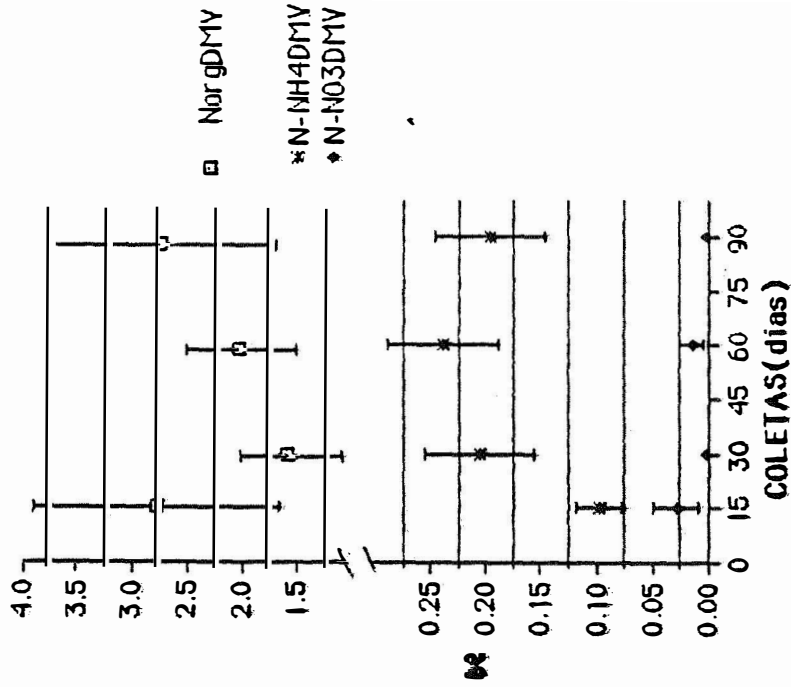


Figura 12 : Evolução do nitrogênio do solo (gráfico A) e do material vegetal marcado (gráfico B) em relação ao nitrogênio total recuperado em cada coleta, no experimento instalado na floresta natural.

4.3.2.2. Variação dos teores de diferentes formas de nitrogênio no solo em função da profundidade

A Tabela 16 evidencia diferenças significativas entre as coletas unicamente na camada superficial do solo (0-5 cm) para as variáveis Nt do solo e NtDMV. As profundidades diferiram significativamente em todas as coletas para todas as variáveis.

A Figura 13 mostra que os teores médios de Nt do solo e NtDMV decresceram com o aumento da profundidade, e no caso do material vegetal marcado as concentrações mais altas se deram na camada superficial do solo (0-10 cm). O ocorrido demonstra que as maiores transformações do nitrogênio aconteceram na camada superficial do solo.

De acordo com a Tabela 17 ocorreram diferenças significativas entre as coletas na camada de 0-5 cm para a variável N-NH₄DMV e nas camadas de 0-5 cm e 5-10 cm para os teores médios de N-NH₄⁺ do solo. As profundidades apresentaram diferenças significativas em todas as coletas para as duas variáveis.

As tendências gerais observadas na Figura 14, indicam que com o aumento das profundidades decresceram os valores médios de N-NH₄⁺ do solo e N-NH₄DMV, sendo que as maiores concentrações se deram na camada superficial do solo.

A Tabela 18 mostra diferenças significativas entre as coletas para a variável N-NO₃⁻ do solo nas camadas de 10-15 cm e 15-20cm; não apresentando diferenças para N-NO₃DMV. Considerando as duas variáveis houveram diferenças significativas entre as profundidades

somente na 1ª coleta (15 dias).

A Figura 15A mostra que aos 15 dias ocorreu um aumento no teor médio de N-NO_3^- do solo da camada superficial até 20 cm de profundidade no perfil do solo; a análise dos dados apresentados indicam maior lixiviação do nitrato no perfil do solo. Observou-se a mesma tendência aos 60 dias, porém até 15 cm de profundidade.

No que se refere ao N-NO_3^- DMV, os teores médios mais elevados ao longo do perfil do solo, foram observados aos 15 dias. A provável perda de nitrogênio por lixiviação pode ter ocorrido mais intensamente aos 15 dias, e também aos 60 dias, onde encontrou-se maior concentração de nitrato na camada mais profunda (20-25 cm) se comparado as coletas de 30 e 90 dias (Figura 15B).

Segundo LUIZÃO (1988) os valores mais altos de N-mineral (amônio+ nitrato) foram obtidos na camada superficial do solo (0 a 5 cm) na floresta natural e os mais baixos na pastagem; o estudo foi realizado na mesma área do presente trabalho. De acordo com os resultados obtidos, estes concordam com o autor acima citado pois detectou-se um valor médio de nitrogênio mineral de 64,5 $\mu\text{g/g}$ (em 90 dias) na floresta natural, 46,4 $\mu\text{g/g}$ na pastagem e 86,5 $\mu\text{g/g}$. Na cultura perene a concentração de nitrogênio mineral foi maior em relação as outras áreas estudadas decorrente da incorporação de uma massa 3 vezes maior de material vegetal marcado, o qual foi aplicado na camada superficial.

Tabela 16: Teores de nitrogênio total do solo (Nt) e nitrogênio total derivado do material vegetal incorporado (NtDMV), em diferentes profundidades e épocas de amostragens no experimento instalado floresta natural.

PROFUNDIDADE (cm)	COLETA(dias)			
	15	30	60	90
Nt ($\mu\text{g/g}$ de solo)				
0 - 5	3380 A a	3123 A ab	2600 A b	3267 A ab
5 - 10	2173 B	2223 B	1630 B	2283 B
10 - 15	1603 BC	1203 C	1483 BC	1480 C
15 - 20	1260 C	1120 C	1297 BC	1410 C
20 - 25	1043 C	970 C	947 C	1233 C
NtDMV ($\mu\text{g/g}$ de solo)				
0 - 5	294,00 A ab	206,00 A b	262,00 A b	433,00 A a
5 - 10	101,00 B	36,67 B	16,67 B	25,67 B
10 - 15	5,67 B	4,67 B	6,33 B	7,33 B
15 - 20	1,67 B	1,33 B	2,67 B	4,00 B
20 - 25	1,00 B	1,00 B	1,33 B	1,67 B

- médias seguidas por alguma letra, minúscula na horizontal, em comum não diferem pelo Teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

- médias seguidas por alguma letra, maiúscula na vertical, em comum não diferem pelo Teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

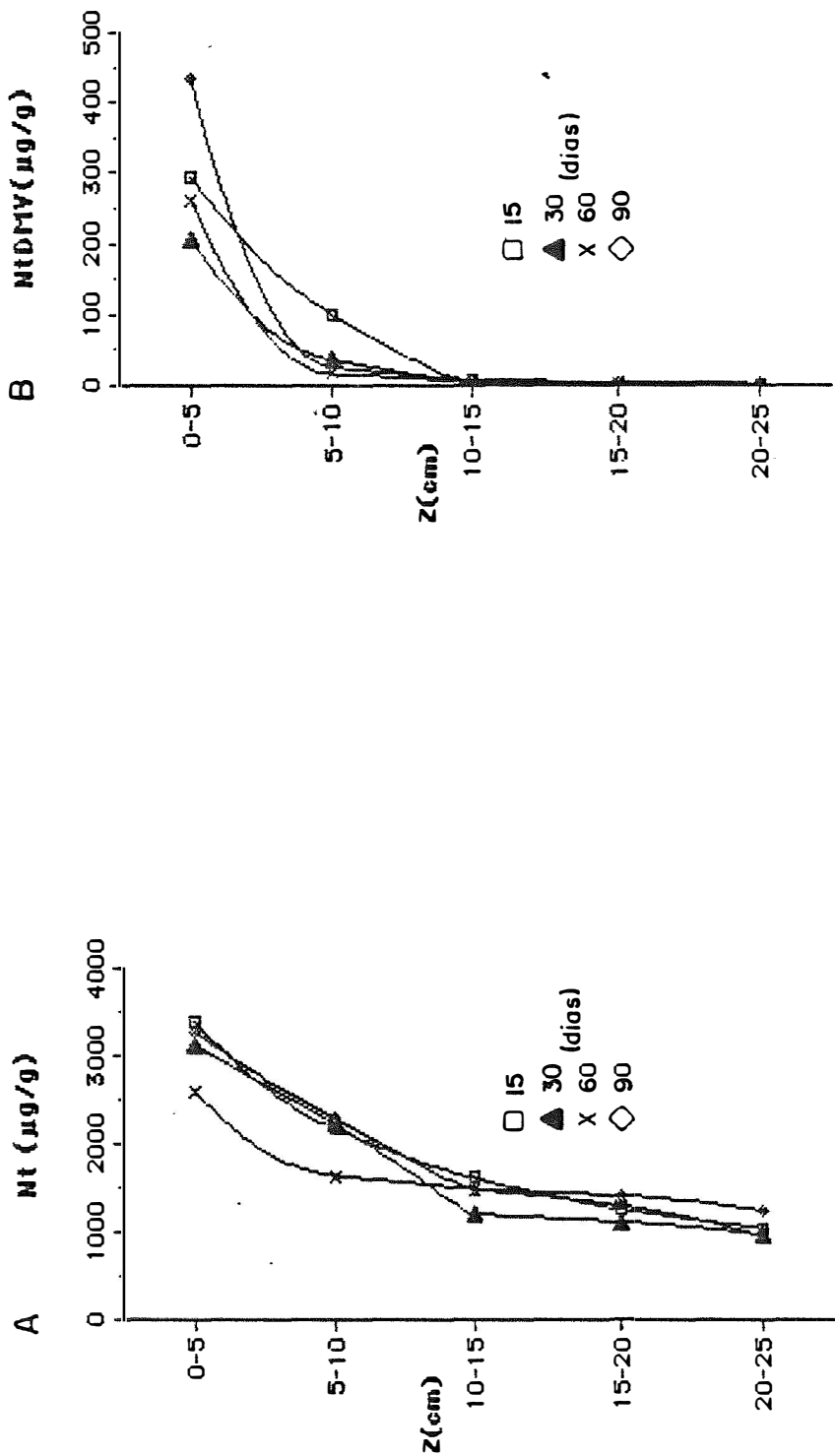


Figura 13: Dinâmica do nitrogênio total do solo (gráfico A) e do material vegetal incorporado (gráfico B), em diferentes profundidades e épocas de amostragens no experimento instalado na floresta natural.

Tabela 17: Teores de nitrogênio na forma de amônio do solo (N-NH₄) e amônio derivado do material vegetal incorporado (N-NH₄DMV), em diferentes profundidades e épocas de amostragens no experimento instalado na floresta natural.

PROFUNDIDADE (cm)	COLETA(dias)			
	15	30	60	90
N-NH₄⁺ (µg/g de solo)				
0 - 5	41,54 A c	49,03 A bc	92,42 A a	65,30 A b
5 - 10	21,70 AB b	31,75 AB ab	40,80 B ab	47,32 AB a
10 - 15	17,60 B	23,81 B	29,03 BC	38,60 B
15 - 20	13,95 B	13,97 B	21,53 BC	34,85 B
20 - 25	11,06 B	11,18 B	16,33 C	29,04 B
N-NH₄DMV (µg/g de solo)				
0 - 5	8,18 A b	11,44 A ab	16,20 A a	12,42 A ab
5 - 10	2,97 AB	5,92 AB	4,54 B	6,39 B
10 - 15	1,12 B	3,01 B	1,63 B	2,38 B
15 - 20	0,22 B	0,53 B	0,77 B	1,23 B
20 - 25	0,16 B	0,19 B	0,26 B	0,50 B

- médias seguidas por alguma letra, minúscula na horizontal, em comum não diferem pelo Teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

- médias seguidas por alguma letra, maiúscula na vertical, em comum não diferem pelo Teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

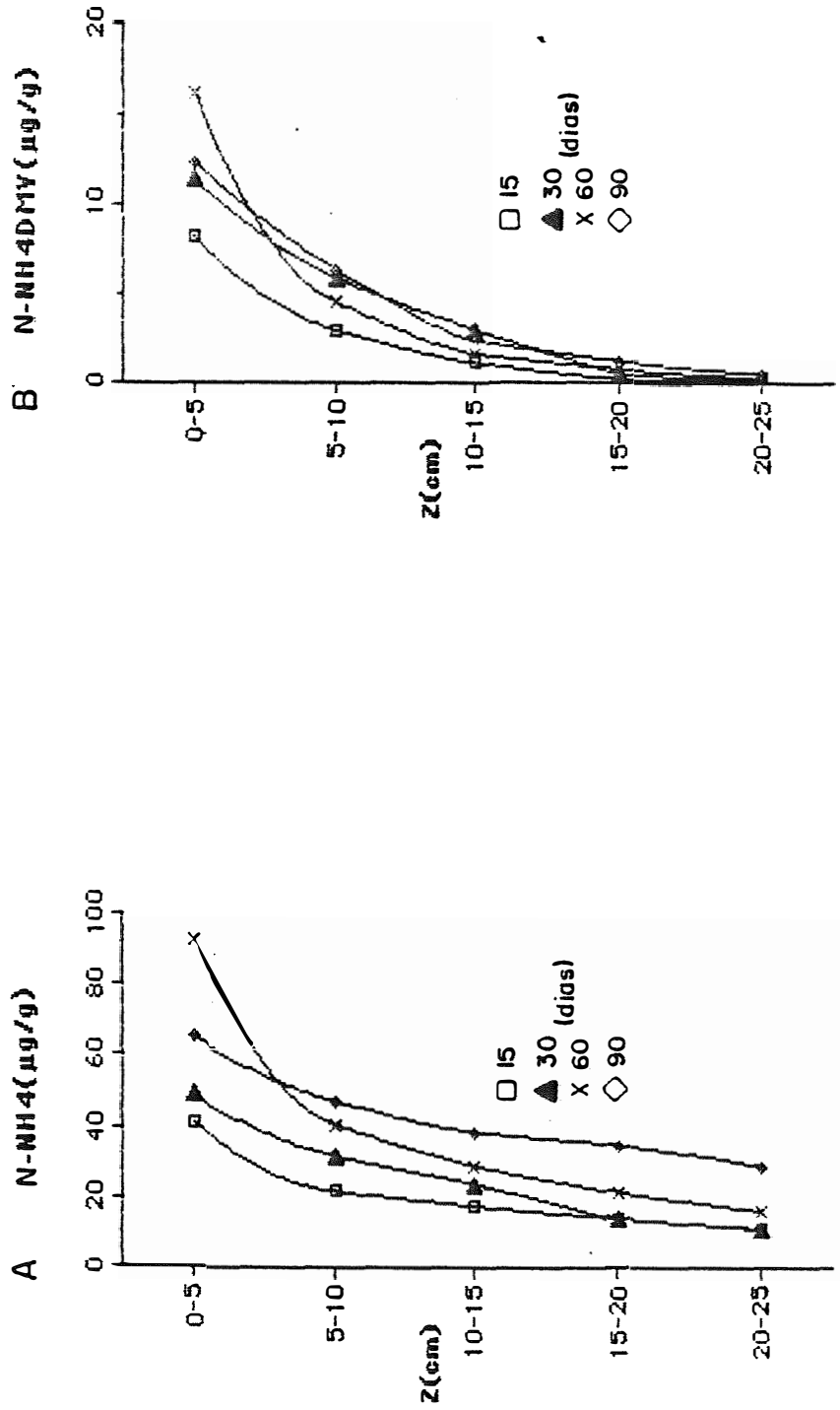


Figura 14: Dinâmica do amônio total do solo (gráfico A) e do material vegetal incorporado (gráfico B), em diferentes profundidades e épocas de amostragens no experimento instalado na floresta natural.

Tabela 18: Teores de nitrogênio na forma de nitrato do solo (N-NO₃) e nitrato derivado do material vegetal incorporado (N-NO₃DMV), em diferentes profundidades e épocas de amostragens no experimento instalado na floresta natural.

PROFUNDIDADE (cm)	COLETA(dias)			
	15	30	60	90
N-NO₃⁻ (µg/g de solo)				
0 - 5	2,93 B	1,84	2,83	2,38
5 - 10	3,94 AB	1,87	3,53	1,74
10 - 15	5,53 AB a	0,99 b	3,85 ab	1,20 b
15 - 20	6,09 A a	0,98 b	3,10 ab	1,62 b
20 - 25	3,01 B	0,79	2,46	1,28
N-NO₃DMV (µg/g de solo)				
0 - 5	0,86 A	0,13	0,17	0,22
5 - 10	0,52 AB	0,04	0,49	0,09
10 - 15	0,61 AB	0,03	0,22	0,03
15 - 20	0,49 AB	0,03	0,17	0,02
20 - 25	0,15 B	0,00	0,06	0,01

- médias seguidas por alguma letra, minúscula na horizontal, em comum não diferem pelo Teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

- médias seguidas por alguma letra, maiúscula na vertical, em comum não diferem pelo Teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

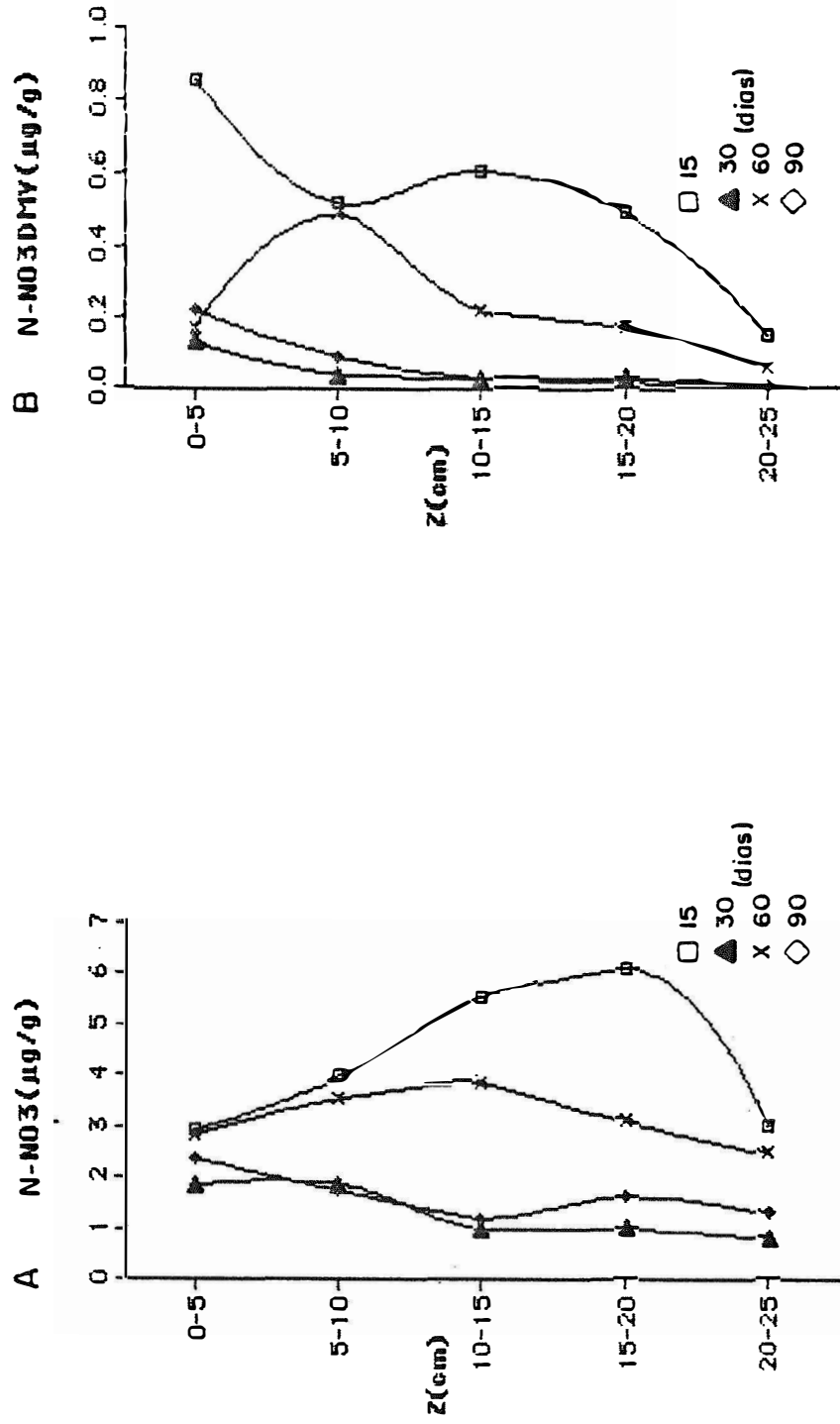


Figura 15: Dinâmica do nitrato total do solo (gráfico A) e do material vegetal incorporado (gráfico B), em diferentes profundidades e épocas de amostragens no experimento instalado na floresta natural.

4.3.3. Experimento conduzido na pastagem

4.3.3.1. Transformações do nitrogênio no solo

De acordo com a Tabela (15), no experimento realizado na pastagem, houveram diferenças significativas pelo Teste de Duncan (5% de significância) apenas para as médias de nitrogênio total do solo nas diferentes coletas.

A Figura 16 apresenta a evolução do nitrogênio do solo (gráficos A) e do material vegetal marcado (gráficos B) em relação ao nitrogênio total recuperado em cada coleta; os dados estão apresentados nos Apêndices 25 e 26, os quais evidenciam elevados erros padrões das médias, sendo desta maneira a interpretação dos resultados através das tendências observadas.

No período entre 15 a 30 dias após instalação do experimento, ocorreu um ligeiro aumento nos teores de $N-NH_4^+$ e $N-NO_3^-$ do solo, indicando desta maneira a mineralização do nitrogênio orgânico; o mesmo foi observado para o material marcado (Figuras 16A e 16B). Após os 30 dias houve o processo de amonificação porém diminuiu a intensidade da nitrificação, e após os 60 dias observou-se uma inversão na intensidade dos processos para o nitrogênio mineral do solo (Figura 16A).

A imobilização do nitrogênio do material marcado ocorreu após os 30 dias (Figura 16B) e aos 60 dias os teores de $N-NH_4DMV$ permaneceram praticamente constante. As frações médias de $N-NO_3DMV$ demonstraram um aumento no período de 60 a 90 dias decorrente da montagem do experimento, o que evidencia o processo microbiológico da

nitrificação.

O nitrogênio na forma de amônio foi a forma dominante de nitrogênio mineral no solo, o que concorda com os resultados obtidos por LUIZÃO (1988) em estudos realizados em solos sobre pastagem, floresta natural e queimada; em terra firme na Amazônia.

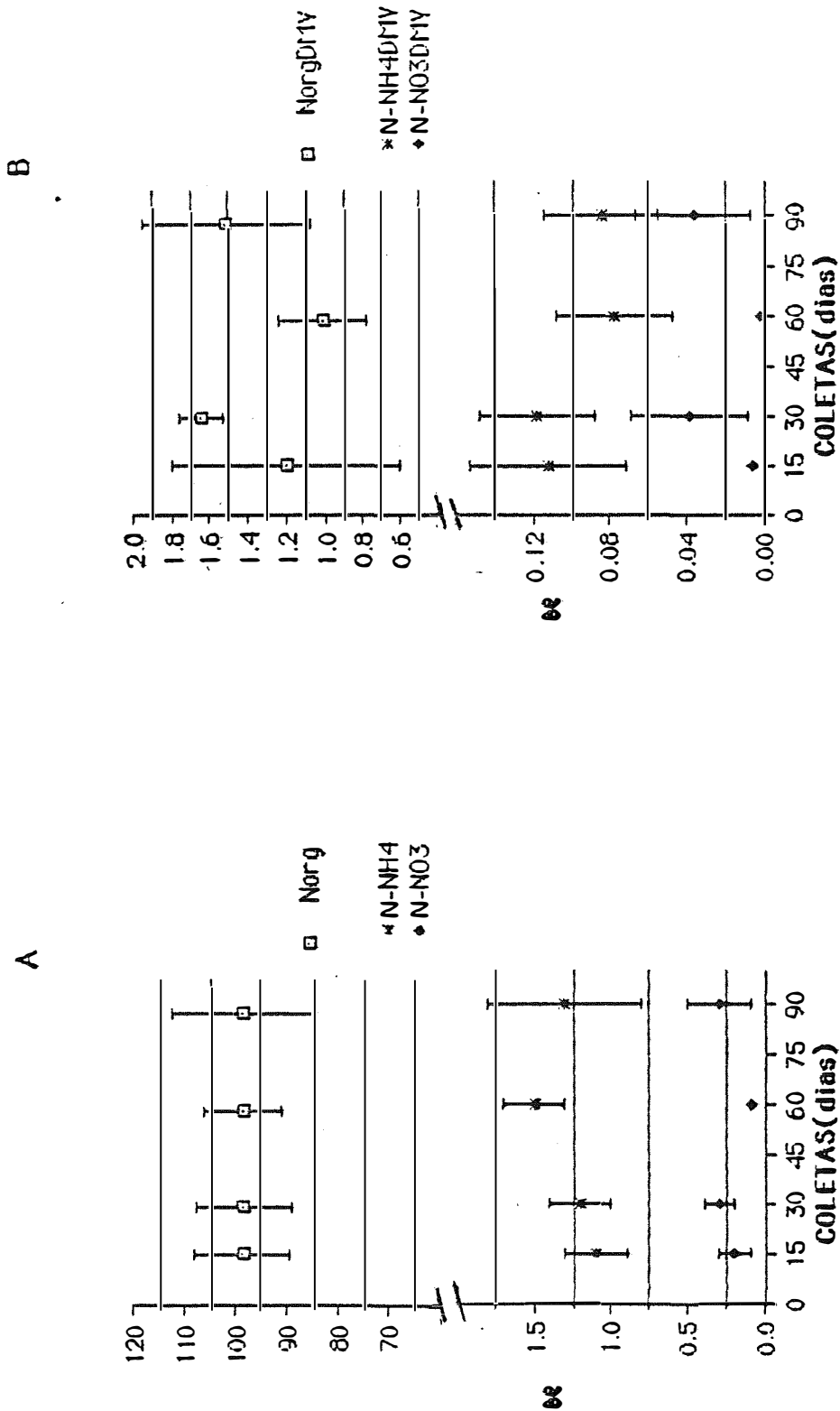


Figura 16 : Evolução do nitrogênio do solo (gráfico A) e do material vegetal marcado (gráfico B) em relação ao nitrogênio total recuperado em cada coleta, no experimento instalado na pastagem.

4.3.3.2. Variação dos teores de diferentes formas de nitrogênio no solo em função da profundidade

A partir dos dados da Tabela 19, nota-se que houveram diferenças significativas entre coletas para a variável Nt na camada superficial do solo (0-5 cm de profundidade) e para NtDMV não se observaram diferenças. As médias das duas variáveis para as diferentes profundidades diferiram em todas as coletas.

Desta maneira, a Figura 17 mostra que os teores médios de Nt do solo e NtDMV tiveram quedas gradativas com o aumento das profundidades do solo. Porém, aos 90 dias observou-se alta concentração do material marcado na camada de 20-25 cm de profundidade. Os maiores teores de NtDMV foram encontrados na camada superficial (0-5 cm) onde o material vegetal foi incorporado.

De acordo com a Tabela 20 observou-se diferenças significativas entre as coletas para a variável $N-NH_4^+$ do solo na camada de 0-5 cm de profundidade, e a média da coleta aos 15 dias foi a mais elevada; para os teores médios de $N-NH_4$ DMV não encontrou-se diferenças. As profundidades apresentaram diferenças significativas nas coletas em função das variáveis de resposta, sendo que os maiores teores médios aconteceram na camada superficial do solo. Desta maneira nota-se na Figura 18B que os teores mais elevados de $N-NH_4$ DMV ocorreram nas camadas superficiais (0-10 cm), seguidas de quedas gradativas no perfil do solo.

A partir dos dados observados na Tabela 21, nota-se que

existem diferenças estatisticamente significativas entre as coletas na camada superficial (0-5 cm) para as variáveis $N-NO_3^-$ do solo e $N-NO_3-DMV$. As médias das variáveis para as profundidades diferiram significativamente nas coletas aos 30 e 90 dias.

Tabela 19: Teores de nitrogênio total do solo (Nt) e nitrogênio total derivado do material vegetal incorporado (NtDMV), em diferentes profundidades e épocas de amostragens no experimento instalado na pastagem.

PROFUNDIDADE (cm)	COLETA(dias)			
	15	30	60	90
Nt ($\mu\text{g/g}$ de solo)				
0 - 5	2507 A bc	2007 A c	3243 A ab	3917 A a
5 - 10	2063 A	1473 AB	1853 B	1897 B
10 - 15	1250 B	1100 B	1310 BC	1567 BC
15 - 20	923 B	877 B	1140 C	1247 BC
20 - 25	727 B	780 B	1037 C	1030 C
NtDMV ($\mu\text{g/g}$ de solo)				
0 - 5	133,00 A	148,00 A	132,00 A	226,00 A
5 - 10	11,33 B	8,00 B	8,67 B	13,33 B
10 - 15	2,67 B	3,33 B	2,00 B	6,33 B
15 - 20	0,67 B	1,00 B	2,33 B	2,00 B
20 - 25	0,33 B	1,00 B	1,00 B	67,67 B

- médias seguidas por alguma letra, minúscula na horizontal, em comum não diferem pelo Teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

- médias seguidas por alguma letra, maiúscula na vertical, em comum não diferem pelo Teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

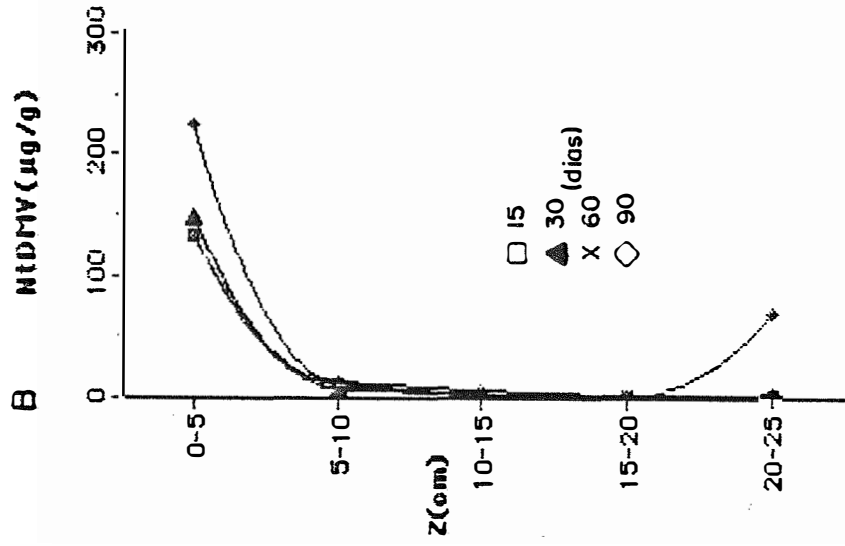
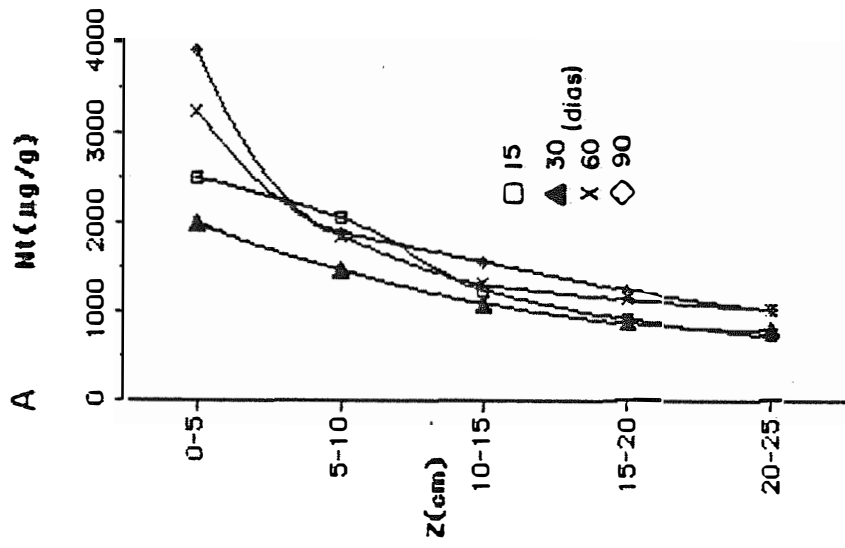


Figura 17: Dinâmica do nitrogênio total do solo (gráfico A) e do material vegetal incorporado (gráfico B), em diferentes profundidades e épocas de amostragens no experimento instalado na pastagem.

Tabela 20: Teores de nitrogênio na forma de amônio do solo (N-NH₄) e amônio derivado do material vegetal incorporado (N-NH₄DMV), em diferentes profundidades e épocas de amostragens no experimento instalado na pastagem.

PROFUNDIDADE (cm)	COLETA(dias)			
	15	30	60	90
N-NH₄⁺ (µg/g de solo)				
0 - 5	51,35 A a	29,84 A b	42,72 A ab	35,57 A ab
5 - 10	19,25 B	16,34 B	33,46 B	28,15 AB
10 - 15	10,43 C	11,11 B	23,45 C	23,17 BC
15 - 20	6,80 C	9,63 B	18,25 CD	17,40 CD
20 - 25	6,48 C	9,24 B	12,55 D	12,01 D
N-NH₄DMV (µg/g de solo)				
0 - 5	9,71 A	7,64 A	7,12 A	7,55 A
5 - 10	1,65 B	1,81 B	1,52 B	1,76 B
10 - 15	0,34 B	0,57 B	0,47 B	0,96 B
15 - 20	0,05 B	0,19 B	0,22 B	0,25 B
20 - 25	0,03 B	0,10 B	0,04 B	0,06 B

- médias seguidas por alguma letra, minúscula na horizontal, em comum não diferem pelo Teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

- médias seguidas por alguma letra, maiúscula na vertical, em comum não diferem pelo Teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

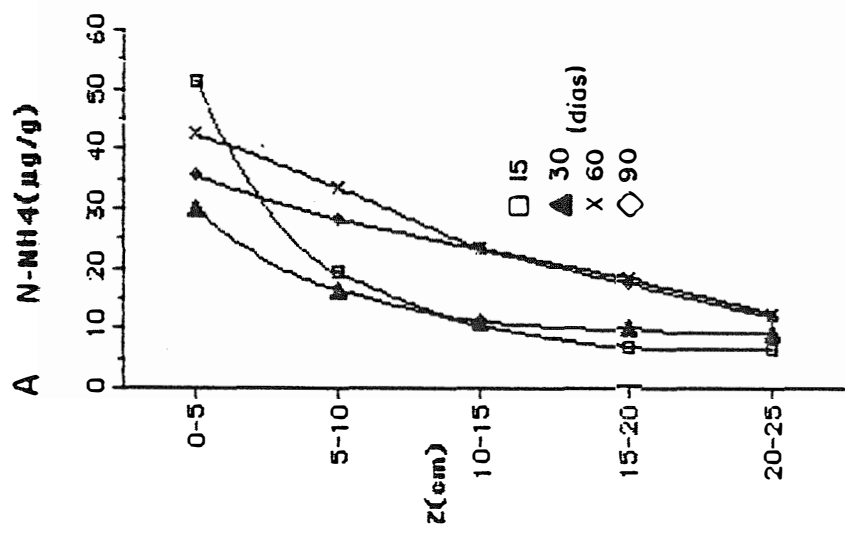
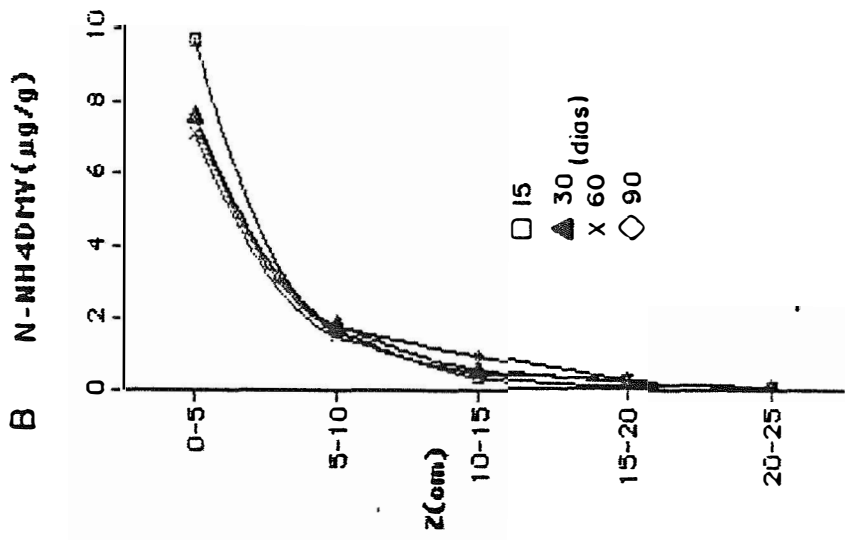


Figura 18: Dinâmica do amônio total do solo (gráfico A) e do material vegetal incorporado (gráfico B), em diferentes profundidades e épocas de amostragens no experimento instalado na pastagem.

Tabela 21: Teores de nitrogênio na forma de nitrato do solo (N-NO₃) e nitrato derivado do material vegetal incorporado (N-NO₃DMV), em diferentes profundidades e épocas de amostragens no experimento instalado na pastagem.

PROFUNDIDADE (cm)	COLETA(dias)			
	15	30	60	90
N-NO₃⁻ (µg/g de solo)				
0 - 5	1,60 b	8,64 A ab	3,11 b	13,06 A a
5 - 10	1,49	3,66 AB	1,46	8,61 AB
10 - 15	2,00	2,20 B	1,32	5,79BC
15 - 20	2,37	1,86 B	1,62	1,39 C
20 - 25	2,57	2,00 B	1,17	1,82 C
N-NO₃DMV (µg/g de solo)				
0 - 5	0,087 b	1,60 A ab	0,237 b	2,403 Aa
5 - 10	0,130	0,50 AB	0,027	1,237 AB
10 - 15	0,073	0,54 AB	0,013	0,540 B
15 - 20	0,050	0,06 B	0,010	0,067 B
20 - 25	0,050	0,04 B	0,003	0,033 B

- médias seguidas por alguma letra, minúscula na horizontal, em comum não diferem pelo Teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

- médias seguidas por alguma letra, maiúscula na vertical, em comum não diferem pelo Teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

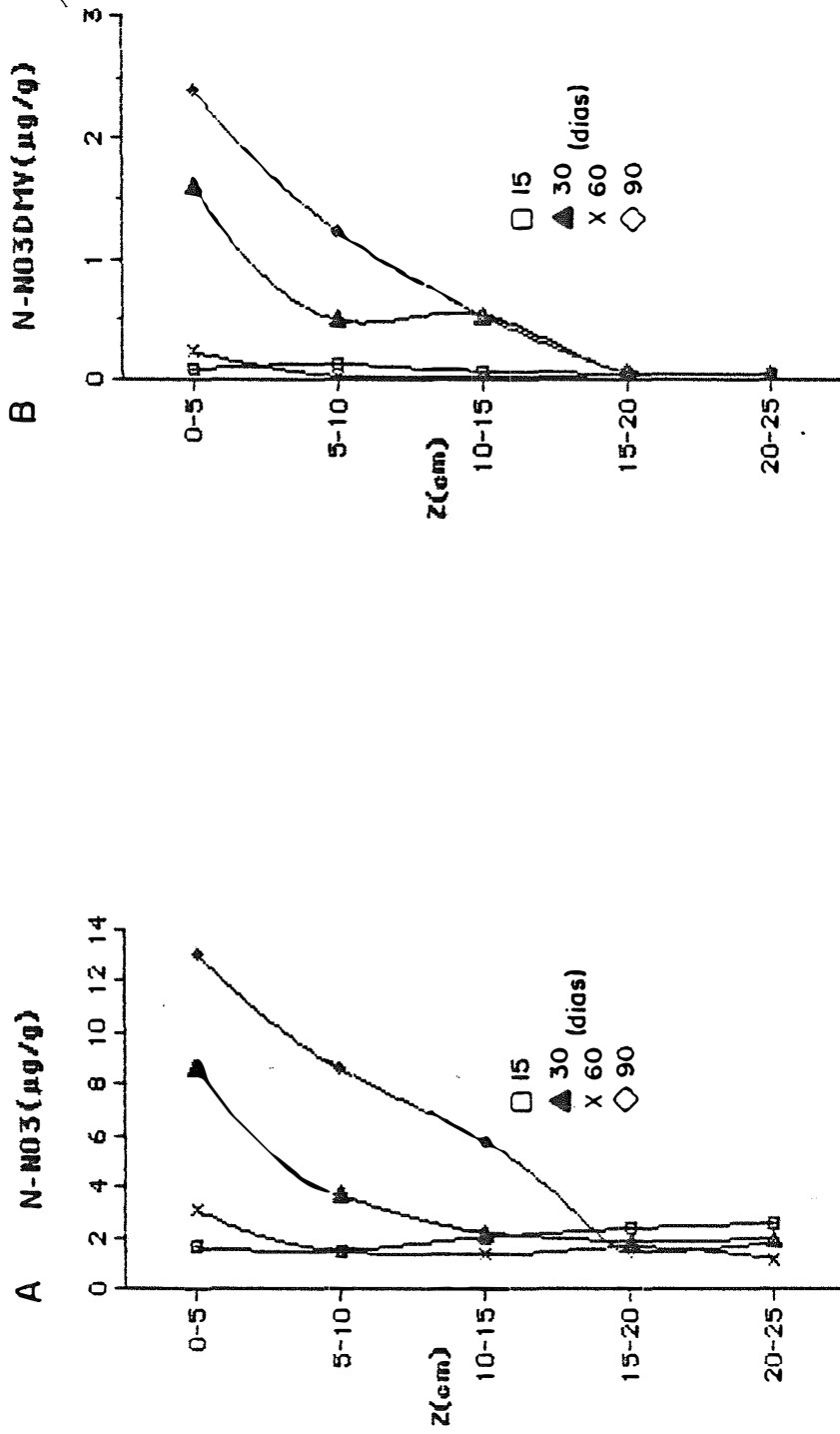


Figura 19: Dinâmica do nitrato total do solo (gráfico A) e do material vegetal incorporado (gráfico B), em diferentes profundidades e épocas de amostragens no experimento instalado na pastagem.

4.3.4. Experimento conduzido na cultura perene

4.3.4.1. Transformações do nitrogênio no solo

A partir dos dados indicados na Tabela 15, no experimento realizado na cultura perene, nota-se diferenças estatisticamente significativas entre as coletas pelo Teste de Duncan (5% de significância) apenas para a variável Nt do solo. Os coeficientes de variação foram mais elevados para as diferentes formas de nitrogênio derivadas do material vegetal incorporado, quando comparado aos teores naturais destas mesmas formas de nitrogênio.

A Figura 20 mostra a evolução do nitrogênio do solo (gráfico A) e do material vegetal (gráfico B) em relação ao nitrogênio total recuperado em cada coleta. Os dados destas figuras estão apresentados nos Apêndices 27 e 28.

Devido aos altos erros padrões das médias apresentados (Apêndices 27 e 28), as discussões dos dados basearam-se nas tendências dos processos de transformações do nitrogênio.

De acordo com a Figura 20B, observou-se que os teores médios de $N-NH_4DMV$ sofreram uma queda gradativa até os 90 dias, e que os teores médios de $N-NO_3DMV$ até os 30 dias foram praticamente nulos, apresentando um leve acréscimo após esta coleta, o ocorrido indica uma tendência do processo de nitrificação, pois os teores de nitrogênio na forma de nitrato aumentaram e os teores de nitrogênio na forma de amônio decresceram com o tempo.

No período após a 2ª coleta (30 dias) observou-se um

aumento do N-NH_4^+ e N-NO_3^- do solo , promovendo desta maneira a mineralização do nitrogênio do solo; e houve a tendência do processo de imobilização após os 60 dias da incorporação do material vegetal marcado (Figura 20A).

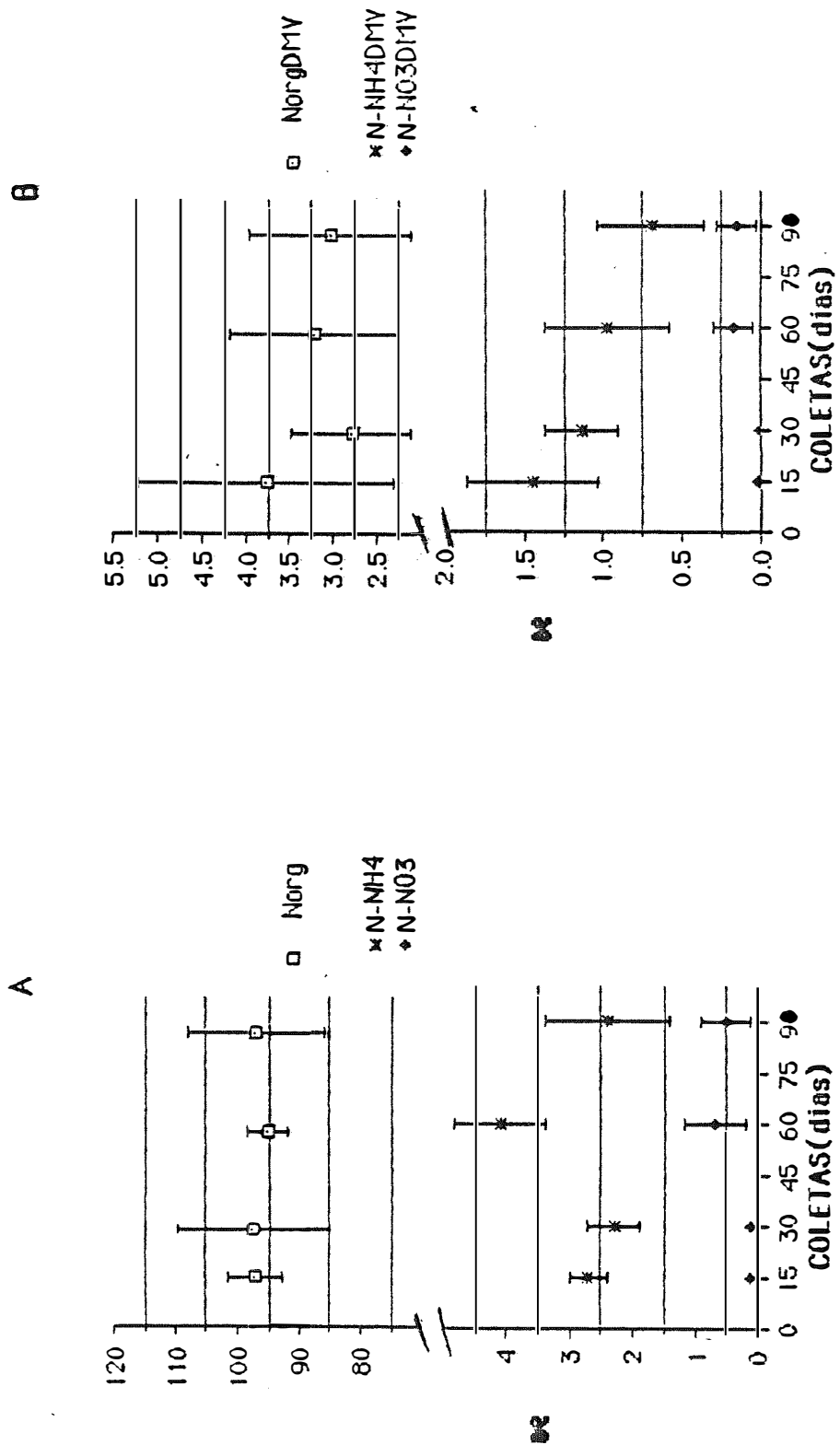


Figura 20 : Evolução do nitrogênio do solo (gráfico A) e do material vegetal marcado (gráfico B) em relação ao nitrogênio total recuperado em cada coleta, no experimento instalado na cultura perene.

4.3.4.2. Variação dos teores de diferentes formas de nitrogênio no solo em função da profundidade

Os resultados da Tabela 22 evidenciam diferenças significativas para as médias de Nt e NtDMV nas diferentes profundidades em todas as coletas. Entre as coletas não foram observadas diferenças significativas em nenhuma profundidade.

Os teores médios de Nt do solo e NtDMV decresceram gradativamente no perfil do solo (Figura 21).

De acordo com a Tabela 23 diferenças significativas foram observadas para os teores médios de N-NH_4^+ do solo e $\text{N-NH}_4\text{DMV}$ nas diferentes profundidades para as três primeiras coletas. Notou-se que as coletas diferiram estatisticamente para a variável $\text{N-NH}_4\text{DMV}$ na camada superficial do solo (0-5 cm). A Figura 22 mostra que os teores médios de N-NH_4^+ do solo e $\text{N-NH}_4\text{DMV}$ decresceram com o aumento da profundidade.

A Tabela 24 informa que houveram diferenças significativas para o N-NO_3^- do solo e $\text{N-NO}_3\text{DMV}$, exclusivamente na coleta aos 60 dias. Diferenças significativas entre as coletas foram observadas para N-NO_3^- do solo na camada de 5-10 cm e para $\text{N-NO}_3\text{DMV}$ nas camadas de 0-5 cm e 5-10 cm. As mais elevadas concentrações de N-NO_3^- do solo como de $\text{N-NO}_3\text{DMV}$ no perfil do solo, foram observadas na 3ª e 4ª coleta (60 e 90 dias, respectivamente) (Figura 23).

O processo de nitrificação do material marcado foi menos intenso até os 30 dias da montagem do experimento. As maiores perdas

de nitrogênio derivado do material marcado por lixiviação ocorreram aos 90 dias, onde observou-se que as concentrações de $N-NO_3DMV$ nas duas últimas camadas amostradas foram maiores que na camada superficial do solo (Figura 23B).

Tabela 22 : Teores de nitrogênio total do solo (Nt) e nitrogênio total derivado do material vegetal incorporado (NtDMV), em diferentes profundidades e épocas de amostragens no experimento instalado na cultura perene.

PROFUNDIDADE (cm)	COLETA(dias)			
	15	30	60	90
Nt ($\mu\text{g/g}$ de solo)				
0 - 5	2253 A	2777 A	2837 A	2867 A
5 - 10	1480 B	1860 B	1977 B	1973 B
10 - 15	1180 B	1410 BC	1513 BC	1490 BC
15 - 20	967 B	1047 C	1363 BC	1310 C
20 - 25	847 B	800 C	970 C	1067 C
NtDMV ($\mu\text{g/g}$ de solo)				
0 - 5	369,00 A	261,00 A	309,00 A	283,00 A
5 - 10	46,00 B	80,00 B	58,67 B	60,67 B
10 - 15	19,33 B	29,67 B	31,33 B	34,00 B
15 - 20	7,00 B	8,00 B	13,33 B	19,67 B
20 - 25	2,67 B	2,67 B	5,33 B	10,67 B

- médias seguidas por alguma letra, minúscula na horizontal, em comum não diferem pelo Teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

- médias seguidas por alguma letra, maiúscula na vertical, em comum não diferem pelo Teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

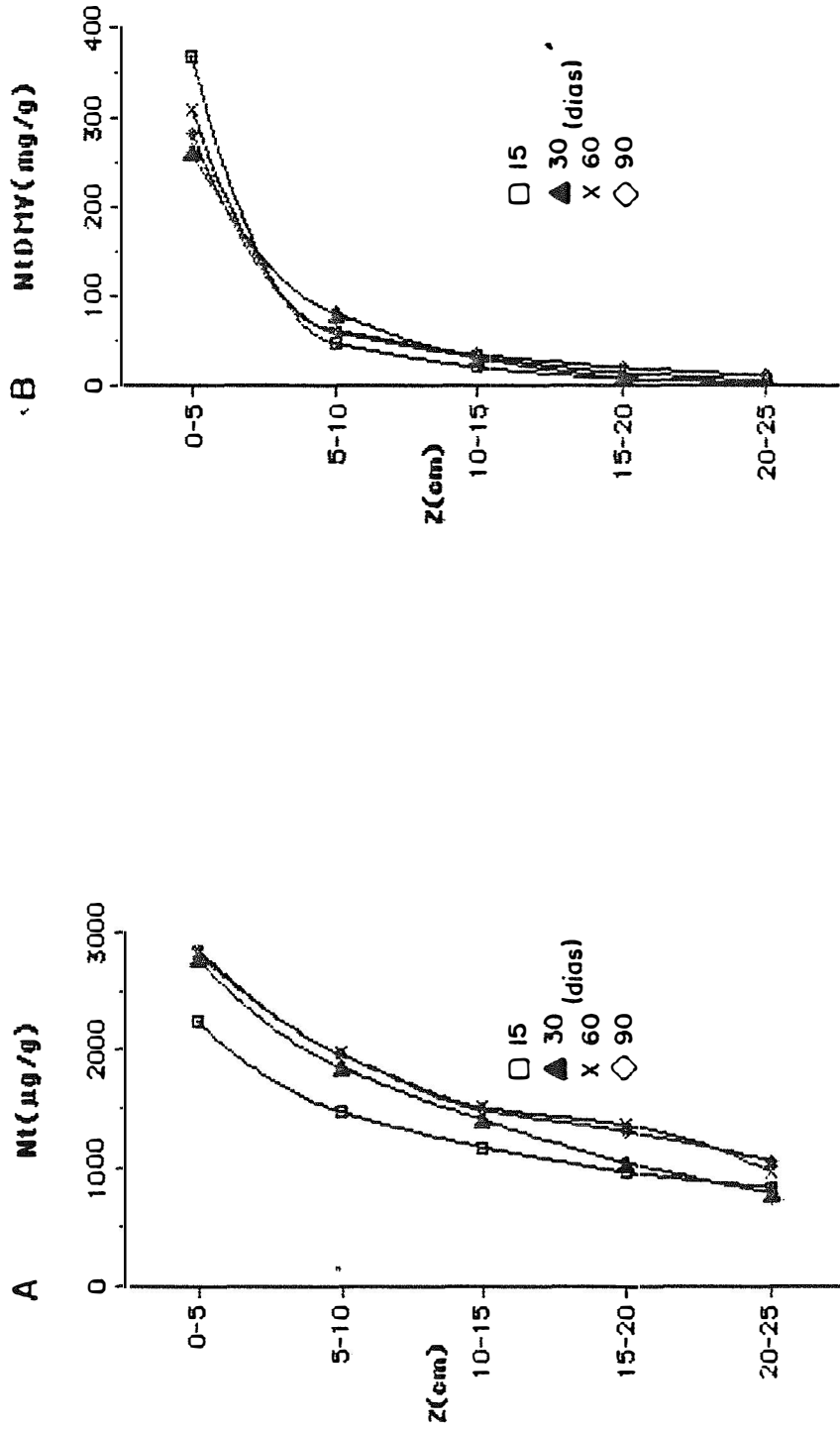


Figura 21: Dinâmica do nitrogênio total do solo (gráfico A) e do material vegetal incorporado (gráfico B), em diferentes profundidades e épocas de amostragens no experimento instalado na cultura perene.

Tabela 23: Teores de nitrogênio na forma de amônio do solo (N-NH₄) e amônio derivado do material vegetal incorporado (N-NH₄DMV), em diferentes profundidades e épocas de amostragens no experimento instalado na cultura perene.

PROFUNDIDADE (cm)	COLETA(dias)			
	15	30	60	90
N-NH₄⁺ (µg/g de solo)				
0 - 5	72,85 A	68,73 A	113,41 A	58,65
5 - 10	53,00 AB	59,43 AB	93,75 AB	56,21
10 - 15	29,95 AB	38,58 ABC	84,35 AB	45,21
15 - 20	18,88 B	15,05 BC	43,80 BC	29,15
20 - 25	11,63 B	7,65 C	28,99 C	20,42
N-NH₄DMV (µg/g de solo)				
0 - 5	50,56 A a	37,19 A ab	46,84 A ab	21,72 b
5 - 10	31,84 AB	34,00 A	16,37 B	16,04
10 - 15	13,80 BC	18,81 AB	15,48 B	13,44
15 - 20	5,97 C	4,81 B	8,26 B	7,28
20 - 25	1,14 C	0,59 B	3,65 B	3,31

- médias seguidas por alguma letra, minúscula na horizontal, em comum não diferem pelo Teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

- médias seguidas por alguma letra, maiúscula na vertical, em comum não diferem pelo Teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

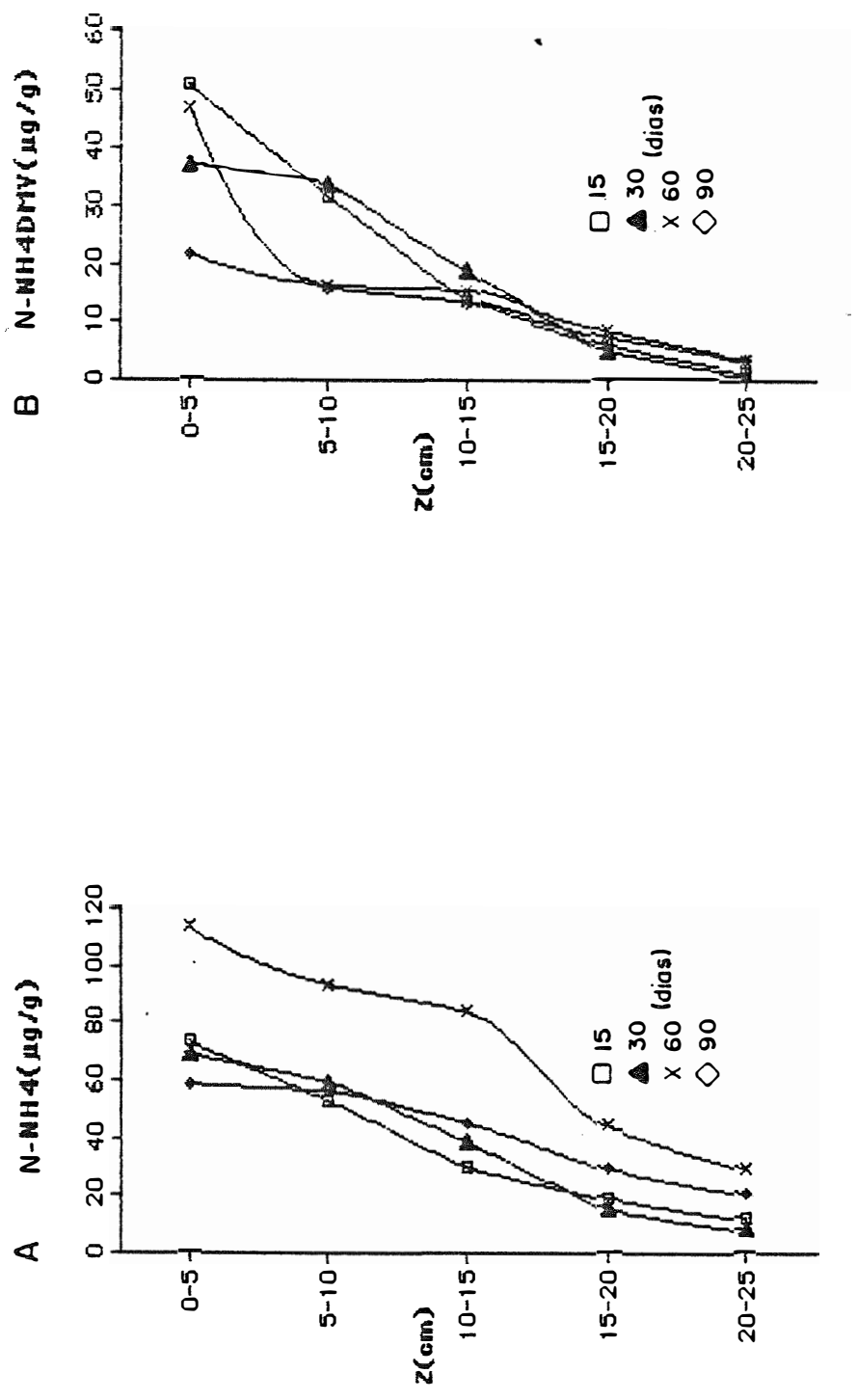


Figura 22: Dinâmica do amônio total do solo (gráfico A) e do material vegetal incorporado (gráfico B), em diferentes profundidades e épocas de amostragens no experimento instalado na cultura perene. 107

Tabela 24 : Teores de nitrogênio na forma de nitrato do solo (N-NO₃) e nitrato derivado do material vegetal incorporado (N-NO₃DMV), em diferentes profundidades e épocas de amostragens no experimento instalado na cultura perene.

PROFUNDIDADE (cm)	COLETA(dias)			
	15	30	60	90
N-NO₃⁻ (µg/g de solo)				
0 - 5	2,20	1,62	19,10 A	9,30
5 - 10	1,47 b	1,19 b	25,89 A a	6,73 ab
10 - 15	2,07	0,73	12,88 AB	7,13
15 - 20	1,96	1,10	4,82 B	10,38
20 - 25	1,52	2,46	3,59 B	9,86
N-NO₃DMV (µg/g de solo)				
0 - 5	0,35 b	0,24 b	6,79 A a	2,78 ab
5 - 10	0,18 b	0,21 b	6,93 A a	1,88 ab
10 - 15	0,09	0,06	2,35 B	2,09
15 - 20	0,07	0,05	0,63 B	2,96
20 - 25	0,09	0,03	0,29 B	2,87

- médias seguidas por alguma letra, minúscula na horizontal, em comum não diferem pelo Teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

- médias seguidas por alguma letra, maiúscula na vertical, em comum não diferem pelo Teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

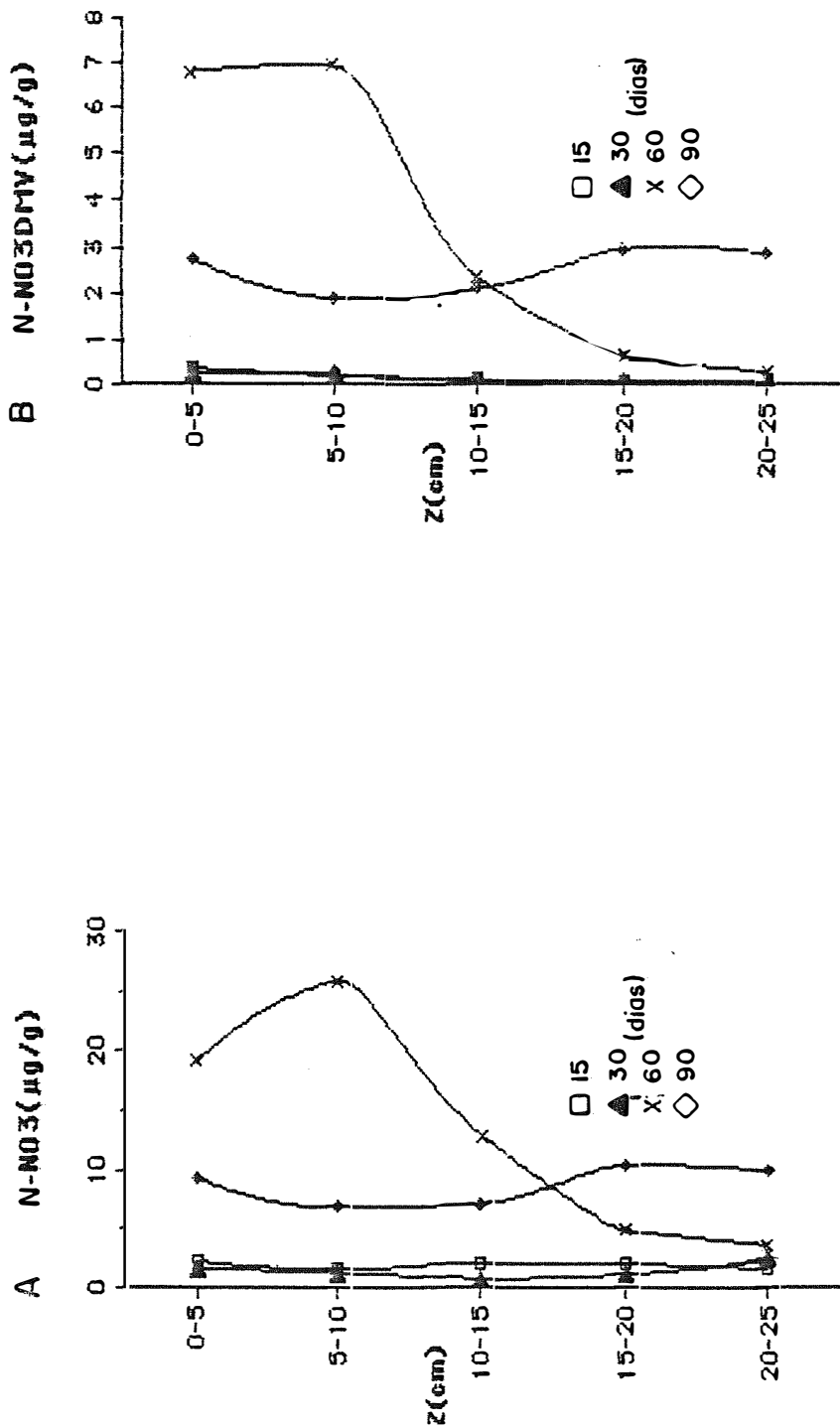


Figura 23: Dinâmica do nitrato total do solo (gráfico A) e do material vegetal incorporado (gráfico B), em diferentes profundidades e épocas de amostragens no experimento instalado na cultura perene.

4.4. Balanço do nitrogênio no solo

O balanço do nitrogênio no solo foi realizado através da contabilização das transformações do nitrogênio em cada microlisímetro. As perdas deste elemento do sistema decorrente dos processos de volatilização e ou desnitrificação e lixiviação foram determinadas por diferença, pois o sistema em estudo foi um "sistema aberto".

Com a incorporação de material vegetal marcado com o isótopo estável de nitrogênio (^{15}N) foi possível o acompanhamento das transformações do nitrogênio orgânico no solo.

4.4.1. Experimentos conduzidos na várzea

Observa-se na Figura 24 e Apêndice 29 para o experimento conduzido na várzea-I que na 1ª coleta (15 dias) a recuperação atingiu 128%, o que indica que recuperou mais nitrogênio do que foi aplicado. O ocorrido pode ser devido a incorporação de uma massa maior do material vegetal do que a indicada ou pelo alto erro padrão da média .

De acordo com os dados apresentados na Figura 24 no experimento instalado na várzea-I , decorridos 110 dias da incorporação do material vegetal marcado com ^{15}N aproximadamente 70% ainda se encontrava no solo na forma orgânica; e no experimento na várzea-II aos 74 dias encontrou-se aproximadamente 70% na forma orgânica (Figura 22 e Apêndice 30). A decomposição do material vegetal marcado foi lenta nos períodos estudados e de acordo com ORCHARD & COOK (1983) a umidade do solo, ou especificamente o ciclo de secagem e umedecimento do solo

influenciam as atividades microbiológicas, contribuindo desta maneira no ciclo de mineralização e imobilização; e induzem os processos de perdas de nitrogênio por desnitrificação, volatilização e lixiviação (LEGG e MEISINGER, 1982; PATRICK, 1982).

O nitrogênio na forma de amônio foi a forma dominante de nitrogênio no solo tanto no período seco como no período úmido (Figura 24 e 25).

Comparando-se os dois períodos estudados, observou-se que os teores médios de nitrogênio na forma de nitrato derivado do material vegetal marcado foram mais elevados no período seco, porém no período úmido foram detectados a níveis de traços (Figura 24 e 25). Uma baixa taxa de nitrificação é considerada como um mecanismo de preservação de nitrogênio no solo, com isso a forma dominante de nitrogênio mineral é na forma de amônio, o qual é menos sujeito a perda do sistema se comparado a forma móvel de nitrato (VITOUSEK et alii, 1982).

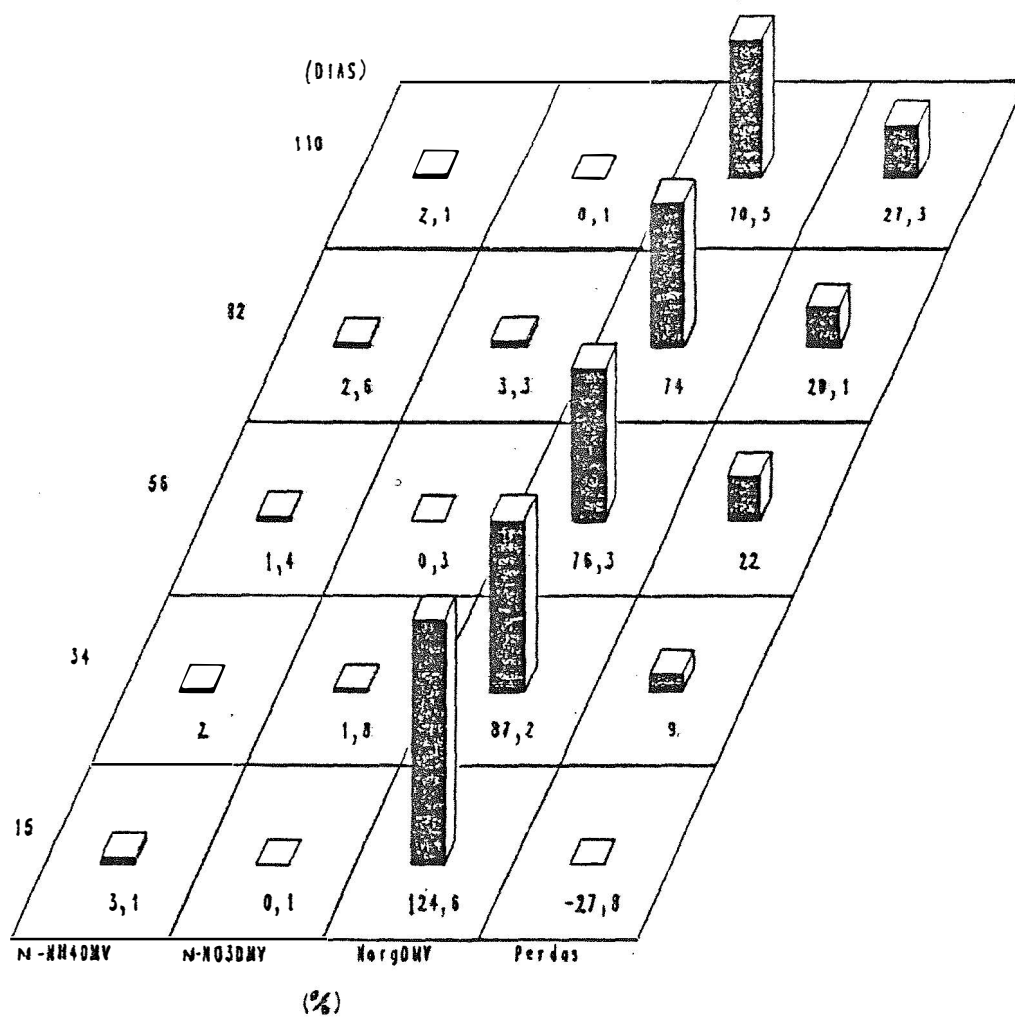


Figura 24: Balanço do nitrogênio (^{15}N) no solo no experimento instalado na várzea-I.

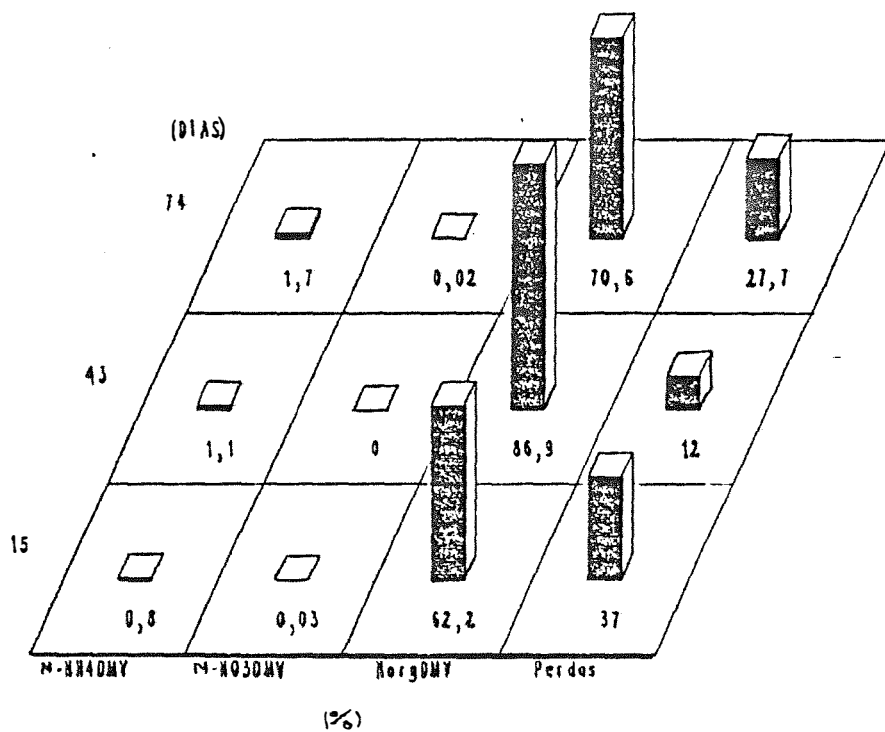


Figura 25: Balanço do nitrogênio (^{15}N) no solo no experimento instalado na várzea-II.

4.4.2. Experimentos conduzidos na terra firme

Aos 90 dias no experimento instalado na floresta natural (Figura 26) obteve-se cerca de 123 % de recuperação de nitrogênio do material vegetal aplicado, mostrando desta maneira um "aparecimento de massa", que pode ser explicado ou pela adição de uma quantidade maior do material vegetal do que a esperada ou pelo alto erro padrão da média (Apêndice 31).

A forma dominante de nitrogênio mineral para os três locais foi o amônio (Figuras 26, 27 e 28). As concentrações médias de nitrogênio na forma de amônio foram mais elevadas no experimento instalado na cultura perene do que nos outros dois sistemas estudados; porém deve ser considerado que a massa do material vegetal incorporada neste sistema foi quase que três vezes a massa de material vegetal adicionado na floresta natural e pastagem.

No experimento instalado na floresta natural houve um aumento linear na concentração de nitrogênio na forma de amônio derivado do material vegetal marcado com o isótopo de ^{15}N , com o decorrer do tempo (Figura 26).

Um enfoque global dos fenômenos em estudo mostram que as perdas (desnitrificação e ou volatilização e lixiviação) foram maiores no experimento instalado na pastagem seguido pela cultura perene quando comparado a floresta natural. Apesar da grande variação, as perdas foram menores para o experimento instalado na floresta natural do que para os sistemas alterados.

As informações obtidas especialmente através do balanço

com ^{15}N , sugerem a ocorrência dos processos de desnitrificação e volatilização como principais mecanismos de perdas, pois as maiores concentrações de nitrogênio foram encontradas nas camadas superficiais do solo.

Em relação as perdas de nitrogênio, LUIZÃO ¹ (comunicação pessoal) estudando a desnitrificação através do fluxo de óxido nitroso, nos mesmos sistemas estudados no presente trabalho, detectou elevado fluxo deste gás emitidos pelos solos, principalmente na pastagem que produziu o dobro da quantidade do gás em relação a floresta.

De acordo com JORDAN e HERRERA (1981), a Floresta Amazônica apesar de ser deficiente em nutrientes é constituída por mecanismos de conservação de nutrientes, os quais propiciam uma transferência de nutrientes da matéria orgânica para as raízes das árvores evitando que sejam lixiviados. Segundo SANCHES (1976) os nutrientes perdidos por lixiviação neste sistema " quase fechado" é baixo. Desta maneira pode-se concluir que as perdas de nitrogênio do sistema são direcionadas a atmosfera.

A decomposição do material vegetal incorporado foi mais lenta na floresta natural do que nos outros dois sistemas estudados (Figuras 26, 27 e 28). Os dados utilizados para as construções das figuras do experimento da terra firme estão apresentados nos

LUIZÃO, F. (INPA. Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia-Manaus)
Comunicação pessoal, 1988.

Apêndices (31, 32 e 33).

LUIZÃO (1988) comparando as taxas de produção de nitrato no mesmo local do presente trabalho concluiu que há uma maior tendência para a nitrificação nos sistemas alterados (pastagem e queimada) do que para floresta natural, as mesmas tendências foram observadas neste trabalho (Figuras 26,27 e 28). BONDE (1988), estudando a dinâmica do nitrogênio na floresta natural e pastagem na Amazônia Central, também obteve a mesma tendência.

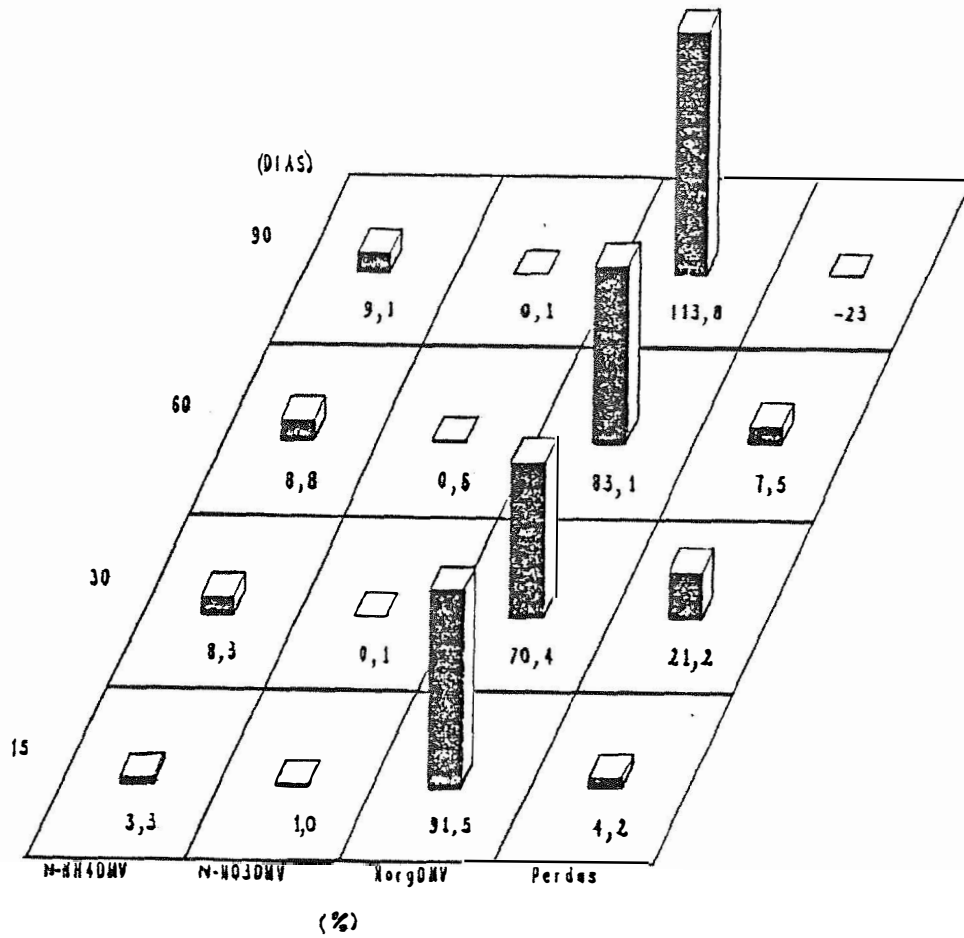


Figura 26: Balanço do nitrogênio (^{15}N) no solo no experimento instalado na floresta natural

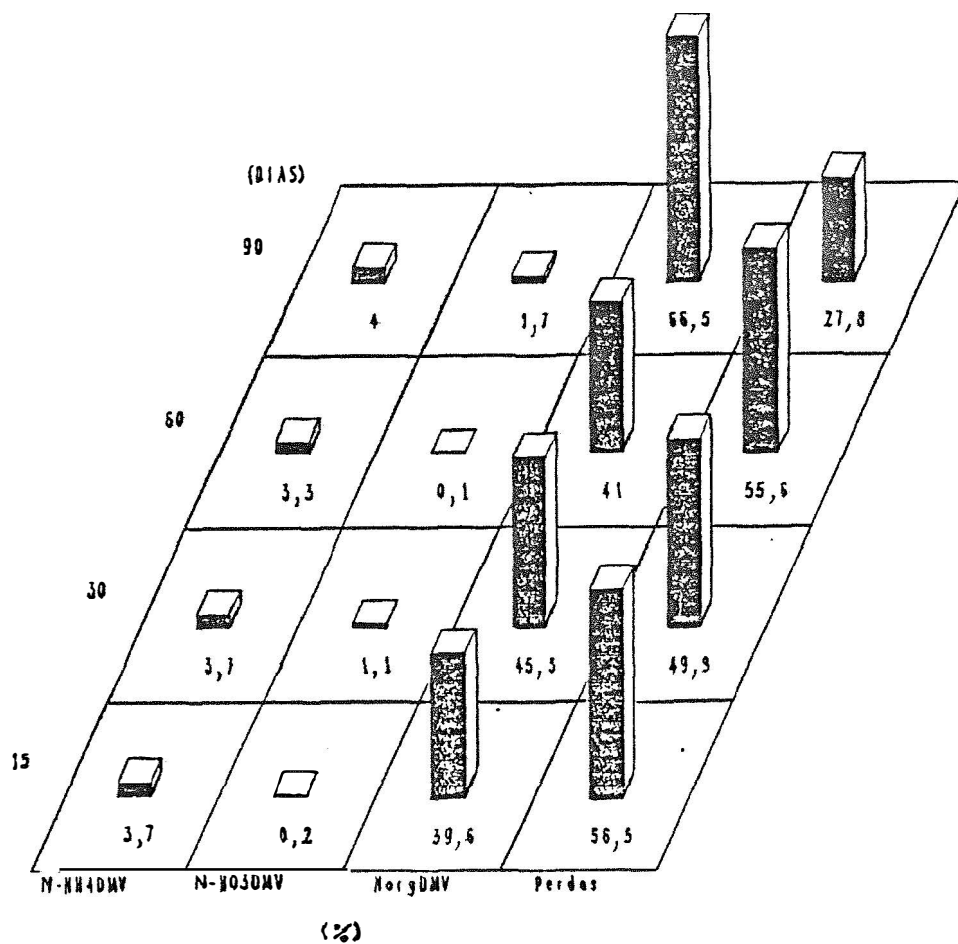


Figura 27: Balanço do nitrogênio (^{15}N) no solo no experimento instalado na pastagem.

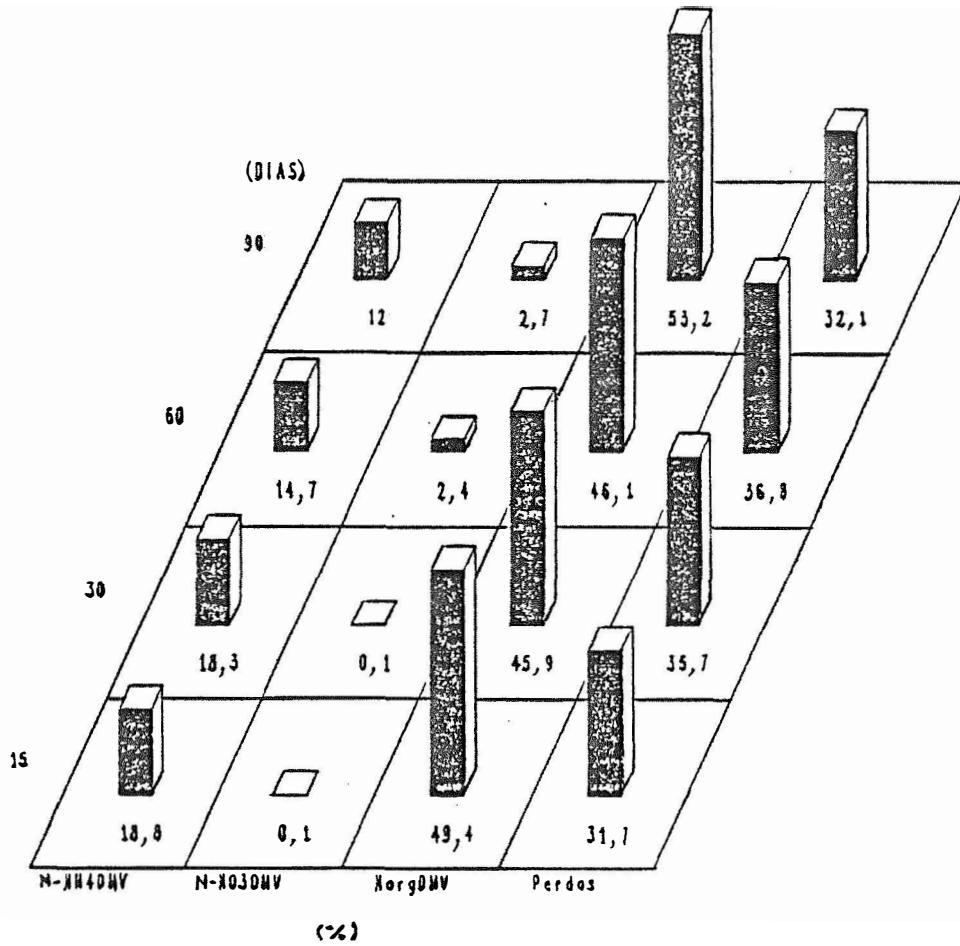


Figura 28: Balanço do nitrogênio (^{15}N) no solo no experimento instalado na cultura perene

5. CONCLUSÕES

1- As concentrações de nitrogênio total (Norg + Nmineral) na várzea no período seco foram maiores do que no período úmido.

2- Teores médios de N-NO₃DMV foram detectados até 20 cm de profundidade (82 dias) para o experimento na várzea no período seco enquanto que na várzea no período úmido estes teores apresentaram-se a níveis de traços.

3- O amônio foi a forma dominante de nitrogênio mineral nos solos de várzea e de terra firme.

4- Sob condições de cultura perene o solo de terra firme apresentou concentrações mais elevadas de nitrogênio nas formas de nitrogênio mineral do solo e de nitrogênio total e mineral derivado do material vegetal marcado em relação a floresta natural e pastagem.

5- Sob condições de floresta natural ocorreu aumento gradativo nas concentrações médias de nitrogênio na forma de amônio do solo e nitrogênio na forma de amônio derivado do material vegetal marcado, no decorrer do tempo.

6- Os processos de perdas de nitrogênio foram mais elevados nos ecossistemas alterados (pastagem e cultura perene) em relação a floresta natural.

7- Os processos de perdas de nitrogênio foram mais

elevados no experimento instalado na várzea no período úmido quando comparado ao experimento instalado na várzea no período seco.

8- A tendência à maior nitrificação e maiores perdas por desnitrificação nos ecossistemas alterados, especialmente sob condições de pastagem, sugerem um desequilíbrio no balanço do nitrogênio.

9- O material vegetal marcado incorporado na cultura perene possuía relação C/N estreita, diferindo desta maneira do material aplicado na floresta e pastagem que possuía relação C/N alta; com isso a velocidade da decomposição dos materiais vegetais incorporados foram diferentes por ser esta relação um importante fator que afeta a decomposição.

10- A decomposição do material vegetal incorporado foi mais lenta sob condições de floresta natural do que nos outros dois sistemas estudados (pastagem e cultura perene).

6. SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

Os resultados obtidos no presente trabalho reforçam a necessidade de estudos da ciclagem dos nutrientes a longo prazo para o melhor entendimento de um ecossistema muito complexo tal como a floresta tropical.

A seguir constam algumas sugestões de futuro trabalhos:

- estudo da decomposição de materiais vegetais com diferentes relações C/N (carbono/ nitrogênio).
- estudo da dinâmica do material vegetal no solo utilizando material duplamente marcado com isótopos estáveis de carbono e nitrogênio.
- quantificação dos processos de perdas de nitrogênio tais como volatilização, lixiviação e desnitrificação; em solos pobres (sistemas alterados e sistema natural) e solos férteis (várzea) na Amazônia.
- estudo da decomposição de material vegetal em uma área após a queimada.
- estudo da decomposição do material vegetal com a utilização de técnicas isotópicas em microparcelas pois com a utilização de microlisímetros ocorreu a compactação do solo dentro destes, gerando condições anaeróbias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDER, M. Introduction to soil microbiology 2. ed. New York, John Wiley, 467p., 1977.
- ALLISON, F.E. & KLEIN, C.J. . Rates of immobilization and release of nitrogen following addition of carbonaceous materials and nitrogen to soils. Soil Science, Ballimore, 93: 383-86, 1962.
- ALLISON, F.E. Organic carbon. In: BLACK, C.A. et alii. ed. Methods of soil analysis. Madison, American Society of Agronomy , 1965, p.1372-6.
- BARTHOLOMEW, W.V.. Mineralization and Imobilization of nitrogen in the decomposition of plant and animal residues. In: .BARTHOLOMEW, W.V. & CLARK, F.E., ed. Soil nitrogen, Madison, American Society of Agronomy, 1965. p.285-306.
- BASTOS, T.X.. O estado dos conhecimentos das condições climáticas da Amazônia brasileira. Boletim Técnico do Instituto de Pesquisa Agropecuária do Norte, Belém, 59:68- 122, 1972.

- BONDE, T. 1988. Soil organic nitrogen changes after clear-felling and cultivation of a tropical rainforest. Proceedings of the Amazonia Symposium, Amsterdam. (no prelo)
- BREMNER, J.M.. Total nitrogen. In: BLACK, C.A. et alii, ed. Methods of Soil Analysis. Madison, American Society of Agronomy, 1965a. part2, p.1149-78.
- BREMNER, J.M.. Inorganic forms of nitrogen. In: BLACK, C.A. et alii, ed. Methods of Soil Analysis, Madison, American Society of Agronomy, 1965b. part2, 1179-237.
- BREMNER, J.M. & EDWARDS, A.P.. Determination and isotope-ratio analysis of different forms of nitrogen in soils. I- Apparatus and procedure for distillation and determination of ammonium. Soil Science Society of American Proceedings, Madison, 29: 504-7, 1965.
- BRINKMANN, W.L.F.. Studies on hydrobiogeochemistry of a tropical lowland forest system. Geojournal, Dordrecht, 11:89-101, 1985.
- BROADBENT, F.E.. Turnover of nitrogen in soil organic matter. In: PONTIFICIAE ACADEMIAE SCIENTIARUM SCRIPTA VARIA, Davies. Organic matter and soil fertility, New York, North Holland, 1968, p.61-83

BUCKMAN, H.O. & BRADY, N.C.. Natureza e propriedades dos solos. 4 ed. Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1976. 594p.

CLARK, F.E.. Losses of nitrogen accompanying nitrification. In: INTERNATIONAL SOIL CONFERENCE, New Zealand, 1962. p.173-6.

COCHRAN, V.L.; ELLIOT, L.F. ; PAPENDICK, R.I. . Carbon and nitrogen movement from surface-applied wheat straw. Soil Science Society American Journal, Madison, 44(5):978-82, 1980.

DEMATTE, J.L.J.. Manejo de solos ácidos dos trópicos úmidos- Região Amazônica. Campinas, Fundação Cargill, 1988 . 215p.

DIAS, A.C.P.; NEVES, A.D.S.; BARBOSA, R.C.M.. Levantamento de solos da Estação Experimental Rio Negro. Boletim Técnico CEPLAC, n.71, 1980. 13p.

DIAS FILHO, M.B.. Espécies forrageiras e estabelecimento de pastagens na Amazônia. Belém, EMBRAPA/CPATU, 1987. 49 p.

DOBEREINER, J. & DAY, J.M.. Importância potencial de la fijación simbiótica de nitrógeno en la rizosfera de gramíneas tropicales. In: BORNEMIZA, E. & ALVARADO, A. ed. Manejo de suelos tropicales en la America Tropical. Raleigh, North Carolina State University, 1975. p. 203-16.

- DUBOIS, J.. Condições e justificativas para a produção de consórcios na Amazônia ; enfoque teórico. In: SIMPOSIO SOBRE SISTEMAS DE PRODUÇÃO EM CONSORCIO PARA EXPLORAÇÃO PERMANENTE DOS SOLOS DA AMAZONIA, Belém, 1982. Belém, EMBRAPA/CPATU, 1982. p.153-74.
- FALESI, I.C.. O solo da Amazônia e sua relação com a definição de sistemas de produção agrícola. In: REUNIAO DO GRUPO INTERDISCIPLINAR DE TRABALHO SOBRE DIRETRIZES DE PESQUISAS AGRICOLA PARA A AMAZONIA. EMBRAPA, Brasília, 1974. 17p.
- FOCHT, D.D. & VERSTRATE, C. . Biochemical ecology of nitrification and denitrification. Adv. Microbiol. Ecology, Tempe, 1: 135-214. 1977.
- FRANCO, A.A. & MUNNS, D.N. . Plant assimilation and nitrogen cycling. Plant and Soil, Dordrecht, 67: 1-13, 1982.
- GIBBS, J.R.. The geochemistry of the Amazon basin. San Diego, 1964 (Phd - University of California)
- GOODLAND, R.J.A. & IRWIN, H.S.. Amazon jungle: green hell to red desert? Amsterdam, Elsevier, 1975.
- GREENLAND, D.J. & KOWAL, J.M.L.. Nutrient content of the moist tropical forest of Ghana. Plant and Soil, Dordrecht, 12: 154-74, 1960.

- GUILLAUMET, J.L. ε KAHN, F.. Structure et dynamisme de la forêt. Acta Amazônica, Manaus, 12(3, suplemento): 61-7, 1982.
- HAUCK, R.D. ε BREMNER, J.M. . Use of tracers for soil and fertilizer nitrogen research. Advances in Agronomy, New York, 28:219-266,1976.
- HAUCK, R.D.. Critique of field trials with isotopically labeled nitrogen fertilizer. In: NIELSEN, D.R. ε Mc DONALD, J.G., ed. Nitrogen in the environment. New York, Academic Press, 1978, v.1, p. 63-77.
- HAUCK, R.D.. Nitrogen tracers in nitrogen cycle studies past use and future needs. Journal Environmental Quality, Wisconsin, 2(3): 317-27, 1986.
- HERNANI, L.C.; SAKAI,E.; LOMBARDI NETO, F.; LEPSCH, I.F.. Influência de métodos de limpeza de terreno sob floresta secundária em latossolo amarelo do Vale do Ribeira, S.P. ; perdas por erosão. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 11: 215- 9, 1987.
- HERRERA, R. ε JORDAN, C.F.. Nitrogen cycle in a tropical Amazonian rain forest: The caatinga of low mineral nutrient status. Ecology Bulletin, Stocholm, 33:493-505,1981.
- HOWARD-WILLIANS, C.. Nutritional quality and calorific value of Amazonian forest litter. Amazoniana, Kiel, 5: 67-75, 1974.

- HOWARD-WILLIAMS, C. & JUNK, W.J.. The chemical composition of Central Amazonian aquatic macrophytes with special reference to their role in the ecosystem. Archives of Hydrobiology, 79 (4): 446-64, 1977.
- IPEAAO- Boletim do Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuária da Amazônia Ocidental - Solos do Distrito Agropecuário da SUFRAMA. vol.1, nº1, 1971. Manaus(AM).
- IRION, G., ADIS, J.; JUNK, W.J.; WUNDERLICH, F.. Sedimentological studies of the "Ilha de Marchantaria in the Solimões/Amazon river near Manaus. Amazoniana, Kiel, 8(1):1-18,1983.
- IRION, G.. Mineralogisch - geochemische untersungen and der pilitischen fractions Amazonischer oberboders und sedimente. Biogeographica, The Hague, 7:7-25, 1976.
- ISICHEI, A. O. & SANFORD, W.W.. Nitrogen loss by burning from Nigerian grassland ecosystems. In: ROSSWALL, T. ed. Nitrogen Cycling in West African Ecosystems. Stockholm. International Nitrogen Unit. Royal Swedish Academy of Science, p. 243-54, 1980.
- JORDAN, C.F.; TODD, R.L.; ESCALANTE, G.. Nitrogen conservation in a tropical rain forest. Oecologia, 39: 123-28. 1979.

JORDAN, C.F. & HERRERA, R.. Tropical rain florests: are nutrients really critical? American Naturalist, Chicago, 117: 167-80, 1981.

JORDAN, C.F.; CASKEY, W. ; ESCALANTE, G.; HERRERA, R.; MONTAGNINI, F.; TODD, R.; HULL, C.. The nitrogen cycle in a "terra firme" rainforest on oxisol in the Amazon territory of Venezuela. Plant and Soil , Dordrecht, 67: 325- 32, 1982.

JORDAN, C.F. & UHL, C. Biomass of a "tierra firme" forest of the Amazon Basin. Oecol. Plant. Montreal., 13: 387-400, 1978.

JORGENSEN, J.R. & HODGES, C.S.. Effects of prescribed burning on microbial characteristic of soils. In: Forest Exp. Sta Prescribed Burning Symp. , Southeast, 1971. Proceedings Washington, USDA/ Forest Service, 1975. p.107 -14.

JUNK, W.J.. Investigations on the ecology and production biology of the "floating meadows" (Paspalo- Echinochoetum) on the middle Amazon. Part I: The floating vegetations and its ecology. Amazoniana, Kiel, 2: 449-96., 1970.

JUNK, W.J.. Macrófitas aquáticas nas várzeas da Amazônia e possibilidades do seu uso na agropecuária. Manaus, INPA, 1979. 24 p.

- JUNK, W.J.. Ecology of the várzea floodplain Amazonian white water rivers. In: SIOLI, H. , ed. The Amazon limnology and landscape ecology of a might tropical river and its basin. Dordrecht. Dr.Junk Publishers, 1984. p.217-243.
- JUNK, W.J. ε HOWARD-WILLIAMS, C.. Ecology of aquatic macrophytes in Amazonas. In: SIOLI, H. ed. The Amazon limnology and landscape ecology of a might tropical river and its basin. Dordrecht Dr. Junk Publishers, 1984. p. 271-93.
- KANAMORI, T. ε YASUDA, T.. Imobilization, mineralization and the availability of the fertilizer nitrogen during the decomposition of the organic matters applied to the soil. Plant and Soil, The Hague, 52: 219-27, 1979.
- KUHLMANN, E.. Vegetação. In: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. Geografia do Brasil, região norte. Rio de Janeiro, IBGE, 1977. p. 59 - 90.
- LADD, J.N.; OADES, J.M.; AMATO, M.. Microbial biomass formed from ¹⁴C, ¹⁵N - labelled plant material decomposing in soil in the field. Soil Biol. Biochem., Elmsford, 13: 119-26, 1981.
- LAMSTER, E.C.. Programa Nacional de Aproveitamento Racional de Várzeas; PROVARZEAS Nacional. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 6 (65): 3-8, 1980.

- LEGG, J.O. & MEISINGER, J.J. Soil Nitrogen budgets. In: Stevenson, F.J., ed. Nitrogen in agricultural soils. Madison, American Society of Agronomy. 1982. p.503-66. (Agronomy,22).
- LIKENS, G.E.. Biogeochemistry of a forested ecosystem. New York, Springer- Verlag, 1977. 146p.
- LUGO, A. et alii. Tropical ecosystem structure and function. In: Farnworth, E.G. & Golley, F.B. Fragile ecosystems. Berlin, Springer-Verlag, 1974. p.67-111.
- LUIZÃO, R.C.C.. Estimativas de biomassa microbiana e transformações de nitrogênio em solos da Amazônia Central pelo método de fumigação- incubação (FI). Dissertação de Mestrado, INPA,Manaus(AM). - 1988. 87p.
- LUIZÃO, F.J. & SCHUBART, H.O.R.. Produção e decomposição de liteira de terra firme da Amazônia Central. Acta Limnologica Brasileira. São Carlos, 1: 576-600, 1986.
- MARQUES FILHO, A.O.; RIBEIRO, M.N.G.; SANTOS, H.M. ; SANTOS, J.M. 1981. Estudos climatológicos da reserva Ducke, Manaus, AM. Acta Amazônica. Manaus,11(4): 759-68, 1981.

- MARTINELLI, L.A.. Composição química e isotópica (^{13}C) de sedimentos de várzea e suas interações com alguns rios da bacia Amazônica. Piracicaba, 1986. 214 p. (Mestrado- Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" / USP).
- MARTINELLI, L.A.; BROWN, I.F.; VICTORIA, R.L.; MOREIRA, M.Z.; FERREIRA, C.A.C.; THOMAS, W.W.. Implantação de parcelas para monitoramento de dinâmica florestal na área de proteção ambiental, UHE, Samuel, Rondônia. Piracicaba, CENA; Rondônia, ELETRONORTE , 1988.
- MEGGERS, B.J.. Aborígene adaptation to Amazonia. In: PRANCE, G.T.; LOVEJOY, T.M., ed. Amazonia. Oxford, Pergamon Press, 1986. p 307-27.
- MELLO, F.A.F.; BRASIL SOBRINHO, M.O.C.; ARZOLLA, S.; SILVEIRA, R.I.; COBRANETTO, A. ; KIEHL, J.C. Fertilidade do solo. São Paulo, Nobel, 400p., 1983.
- MIKKELSEN, D.S.; DeDATTA, S.K.; OBLEMEA, W.N.. Ammonia volatilization losses from flooded rice soils. Soil Sci. Soc. Am. J., Madison, 42: 296-300, 1978.
- NIMER, E.; Clima. In: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. Geografia do Brasil; região Norte. Rio de Janeiro, IBGE, 1977. p. 39-58.

- NYBORG, M.C. & HOYT, P.B. . Effect of soil acidity and liming on mineralization of soil nitrogen. Can. J. Soil Sci., 58: 331-8, 1978.
- NYE, P.H.. Organic matter and nutrient cycles under moist tropical forest. Plant and Soil, The Hague, 13: 333-46, 1961.
- ODUM, E.P.. Ecologia. 2. ed. São Paulo, Pioneira , 1975. 201p.
- ORCHARD, V.A. & COOK, F.J. . Relationship between soil respiration and soil moisture. Soil Biology e Biochemistry, 15 (4): 447-53, 1983.
- PARSONS, J.W. ; LADD, J.W. ; AMATO, M.. Mineralization and transformation of ¹⁵N-labelled plant residues in soil. J. Sci. Food Agric., Oxford, 26: 1426-7, 1975.
- PATRICK, W.H.Jr.. Nitrogen transformations in submerged soils. In: STEVENSON, F.J., ed. Nitrogen in agricultural soils. Madison, American Society of Agronomy, p. 449-65, 1982.
- PATRICK, W.H.Jr. & REDDY, K.R.. Nitrification-denitrification reactions in flooded soils and water bottoms: dependence on oxygen supply and ammonium diffusion. Journal of Environmental Quality, Madison, 5: 469-72, 1976.

PAUL, E.A. & VORONEY, R.P.. Nutrient and energy flow through soil microbial biomass. In: ELWOOD, D.C.; HEDGER, J.N.; LANTHAM, M.J.; SLATER, J.H. eds. Contemporary microbial ecology, London, Academic Press, 1980. p.215-7.

PEREIRA, J.M.S.. Os ciclos biogeoquímicos nos ecossistemas florestais e agrícolas. Lisboa, Instituto Superior de Agronomia. 1978. 44p.

PIEDADE, M.T.F. Biomassa, produtividade e atividade fotossintética de *Echinochloa polystachia* (H.B.K.) Hitchcock (Gramineae=Poaceae), capim semi-aquático da várzea Amazônica. Manaus, 1988. 154p. (Doutorado-INPA).

PIRES, J.M. & PRANCE, G.T.. The vegetation types of the Brazilian Amazon. In: PRANCE, G.T. & LOVEJOY, T.E., ed. Amazonia. Oxford, Pergamon Press, 1986, p.109-45, 1986.

PRITCHETT, W.L., . Tropical forest litterfall. I- Problems of data comparison. In: SUTTON, S.L.; WHITMORE, T.C. ; CHADWICH, A.C. Tropical rain forest: ecology and managment. Oxford, Blackwell Scientific, 1979. 267-73.

RADAM/BRASIL. 1972. Projeto RADAM BRASIL. Folha 5a 20-Z-D. Rio de Janeiro, Ministério das Minas e Energia, 1972. (Levantamento de recursos naturais, 18).

- REDDY, K.R. & PATRICK, W.H.. Effect of alternate aerobic and anaerobic conditions on redox potential, organic matter decomposition and nitrogen loss in a flooded soil. Soil Biol. Biochem., Elmsford, 7: 87-94, 1975.
- REDDY, K.R.. Nitrogen cycling in a flooded soil ecosystem planted to rice (Oriza sativa L.). Plant and Soil, Dordrecht, 67: 209, 1982.
- REICHLER, D.E.. Dynamic properties of forest ecosystems, Cambridge, Cambridge University Press, 1981. 683 p. (International Biological Program, 23).
- RIBEIRO, M., & ADIS, J.. Local rainfall variability a potential bias for biocological studies in the Central Amazon. Acta Amazonica, Manaus, 14(1): 159-74, 1984.
- RICHEY, J.E. The Amazon River System: A biogeochemical model, Mitt. Geol. Paleontol. Inst. Univ. Hamburg, 52, 365-378, 1982.
- SALATI, E.; DALL' OLIO, J.A.; MATSUI, E.; GAT, J.R.. Recycling of water in the Amazon basin: an isotopic study. Water Resources Research, Washington, 15: 1250-1258, 1979.
- SALATI, E.. The climatology and hydrology of Amazonia. In: PRANCE, G.T. & LOVEJOY, T.E., ed., Amazonia. Oxford, Pergamon Press , 1986.p. 267-76.

- SALATI, E.; MARQUES, J.; MOLION, L.C.B.. Origem e distribuição das chuvas na Amazônia. Interciência, Caracas, 3: 200-6, 1978.
- SALATI, E. & OLIVEIRA, A.E.. Os problemas decorrentes da ocupação do espaço Amazônico. Pensamiento Iberoamericano. Revistas de Economía, nº12 p.79-95 ,1987.
- SALATI, E.; SILVESTER-BRADLEY, R.; VICTORIA, R.L.. Regional gains and losses of nitrogen in the Amazon basin. Plant and Soil, Dordrecht, 67:367-76, 1982.
- SALATI, E.; VICTORIA, R.L.; MARTINELLI, L.A.; RICHEY, J.E.. Deforestation and its role in possible changes in the Brazilian Amazon . 1989 (no prelo).
- SALATI, E. & VOSE, P.B.. Depletion of tropical rain forests. Ambio, Oxford, 12: 67-71, 1983.
- SANCHEZ, P.A.; BANDY, D.E.; VILLACHICA, J.H.; NICHOLAIDES, J.J.. Amazon basin soils: Management for continuous crop productions. Science, Washington, 216: 821-27, 1982.

- SANCHEZ, P.A. & COCHRANE, T.T. Soil constraints in relation to major farming systems in Tropical America. In: International Research Rice Institute. Priorities for alleviating soil related constraints to food production in the tropics. Los Baños, IRRI, 1980.
- SANCHEZ, P.A. Properties and management of soils in the tropics. New York, Wiley, 1976. 619 p.
- SANCHEZ, P.A. Produção de pastagens em solos ácidos tropicais. Brasília, EMBRAPA, 1982. 528p.
- SCHIMITZER, M. & KHAN, S.U. Soil organic matter. Amsterdam, Elsevier, 1978. 319p.
- SCHUBART, H.O.R.. Fundamentos ecológicos para o manejo florestal na Amazônia. Sivicultura em São Paulo, São Paulo, 16A (parte b), 713-31, 1982.
- SCHUBART, H.O.R.. Ecologia e utilização das florestas. In: SALATI, E. ; SCHUBART, H.O.R.; JUNK, W.J.; OLIVEIRA, A., ed., Amazonia: desenvolvimento, integração e ecologia. São Paulo, Brasiliense; Brasília, CNPq, 1983. p. 101-43.
- SCHUBART, H.O.R.; FRANKEN, W. ; LUIZÃO, F.J.. Uma floresta sobre solos pobres. Ciência Hoje, Rio de Janeiro, 2 (10): 26-32, 1984.

- SERRÃO, E.A.S.; FALES, I.C.; VEIGA, J.B.; TEIXEIRA, J.F.. Productivity of cultivated pastures in low fertility soils of the Amazon of Brazil. In: SANCHEZ, P.A. E TERGAS, L.E. ed. Pasture production in acid soils of the tropics. Cali, CIAT, 1979 p.195-226.
- SILVESTER-BRADLEY, R.; OLIVEIRA, L.A.; PODESTA FILHO, J.A.; JOHN, T.V.. Nodulation of legumes, nitrogenase activity of roots, and occurrence of nitrogen-fixing Azospirellens spp. in representative soil of Central Amazonia. Agroecosystems, Washington, 6: 249-66, 1980.
- SINGH, K.P.. Litter production and nutrient turnover in deciduous forest of Varanasi. Proc. Symp. Recent Adv. Trop. Ecology, p 655-65, 1968.
- SIOLI, H.. Tropical River: the Amazon. In: WHITTON, B.A., ed. River Ecology. Berkeley, U. C. Press, 1975.p 461-87.
- SIOLI, H.. The Amazon: limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin. Dordrecht, Dr. W. Junk Publishers, 1984. p.763.
- SOLLINS, P.; SPYCHER, G. ; GLASSMAN,C.A. . Net nitrogen mineralization from light and heavy fraction forest soil organic matter. Soil Biol. Biochem., Emsford,16:31-37, 1984.

- STALLARD, R.F. & EDMOND, J.M.. Geochemistry of the Amazon. 2- The influence of geology and weathering environment of the dissolved load. J. of Geoph. Res. Washington, 88: 9671-88, 1983.
- STEVENSON, F.J. . Soil Nitrogen. In: SAUCHELLI, V., ed. Fertilizer Nitrogen: its chemistry and technology. New York, Reinhold/Chapman e Hall. 1964. p.18-39.
- STEVENSON, F.J.. Origin and distribution of nitrogen in soil. In: STEVENSON, F.J., ed. Nitrogen in agricultural soils. Madison, American Society of Agronomy, 1982. p. 1-42.
- TRIVELIN, P.C.O., SALATI, E. MATSUI, E.. Preparo de amostras para análise de ^{15}N por espectrometria de massa. Boletim Técnico nº 2, CENA, ESALQ/ USP, CNEM, Piracicaba, 41p. 1973.
- VITOUSEK, P.M.. Litterfall nutrient cycling and nutrient limitation in tropical forests. Ecology, Tempe, 65 (1); 285-98, 1984.
- VITOUSEK, P.M. ; GOSZ, J.R.; GRIER, C.C.; MELILLO, J.M.; REINERS, W.A.. Acomparative analysis of potential nitrification and nitrate mobility in forest ecosystems. Ecol. Monogr., 52: 155-77, 1982.
- VIEIRA, L.S. & SANTOS, P.C.T.. Amazonia: seus solos e outros recursos naturais. São Paulo, Agronomica Ceres, 1987, 416p.

WORBERS, M.. Vegetationskundliche Untersuchungen zweier
überschwemmungswald in Zentralamazonien - vorläufige
Ergebnisse, Amazoniana, Kiel, 8(1): 47-65, 1983.

APÊNDICE

Apêndice 1 : Massas secas das amostras de terra do experimento instalado na várzea-I.

COLETA (dias)	PROFUNDIDADE (cm)	MASSA SECA (g)		
		R1	R2	R3
15	0 - 5	38,94	31,82	42,64
	5 - 10	74,36	39,66	57,10
	10 - 15	98,93	96,72	106,07
	15 - 20	95,37	93,43	109,02
	20 - 25	92,80	99,65	103,99
	TOTAL	400,40	361,28	418,82
34	0 - 5	73,57	60,99	33,52
	5 - 10	103,49	92,91	89,87
	10 - 15	94,72	93,38	93,13
	15 - 20	88,76	93,82	96,41
	20 - 25	82,45	93,52	89,28
	TOTAL	442,99	434,62	402,21
56	0 - 5	31,00	59,09	58,12
	5 - 10	49,98	88,52	36,98
	10 - 15	90,39	104,26	87,69
	15 - 20	103,09	93,31	95,93
	20 - 25	93,31	91,17	91,94
	TOTAL	367,77	436,35	370,66
82	0 - 5	43,22	55,61	76,75
	5 - 10	58,80	104,99	99,02
	10 - 15	98,07	97,15	103,49
	15 - 20	97,43	94,39	98,03
	20 - 25	78,26	81,98	123,46
	TOTAL	375,78	434,12	500,75
110	0 - 5	37,91	51,55	75,65
	5 - 10	50,99	91,12	99,48
	10 - 15	100,11	97,01	88,53
	15 - 20	88,42	104,74	90,77
	20 - 25	105,27	99,48	70,71
	TOTAL	382,70	443,90	425,14

R1,R2,R3 - repetições dos microlisímetros.

Apêndice 2 : Massas secas das amostras de terra do experimento instalado na várzea-II

COLETA (dias)	PROFUNDIDADE (cm)	MASSA SECA (g)		
		R1	R2	R3
15	0 - 5	67,92	94,45	87,48
	5 - 10	79,81	76,19	85,50
	10 - 15	93,45	90,20	100,54
	15 - 20	114,88	92,48	93,86
	20 - 25	125,02	100,02	97,78
	TOTAL	481,08	453,34	465,16
43	0 - 5	79,53	78,71	83,63
	5 - 10	80,60	68,76	75,70
	10 - 15	87,22	78,35	100,58
	15 - 20	88,18	79,33	90,68
	20 - 25	68,94	75,97	95,92
	TOTAL	404,47	381,12	446,51
74	0 - 5	62,69	77,51	95,78
	5 - 10	65,11	97,03	59,63
	10 - 15	89,32	89,86	76,12
	15 - 20	89,75	97,99	81,45
	20 - 25	119,83	112,01	74,92
	TOTAL	426,70	474,40	387,90

R1,R2,R3 - repetições dos microlisímetros.

Apêndice 3 : Massas secas de amostras de terra dos experimentos instalados na terra firme.

COLETA (dias)	PROFUNDIDADE (cm)	FLORESTA			PASTAGEM			CULT. PERENE		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
15	0 - 5	73,36	63,04	61,23	85,89	121,15	79,41	172,82	140,08	100,28
	5 - 10	104,93	89,39	89,08	136,58	174,60	127,10	145,95	160,87	135,97
	10 - 15	144,93	100,06	123,45	174,88	154,97	149,99	149,44	189,89	170,98
	15 - 20	158,88	160,27	197,01	182,34	228,82	174,95	156,32	220,39	166,05
	20 - 25	191,17	182,18	204,02	187,23	236,40	169,39	214,00	204,62	181,81
TOTAL		673,27	594,94	674,79	766,92	915,94	700,84	838,53	915,85	755,09
30	0 - 5	77,38	63,69	105,07	91,98	84,28	94,84	150,11	86,97	147,13
	5 - 10	116,21	130,79	184,59	136,37	123,99	152,85	185,50	160,30	185,79
	10 - 15	156,07	161,28	185,73	170,80	159,53	199,40	202,23	170,96	190,40
	15 - 20	192,60	171,69	189,37	192,63	200,47	197,30	198,48	198,06	204,22
	20 - 25	254,93	211,48	182,58	168,11	313,89	222,72	242,23	200,26	301,61
TOTAL		797,19	738,93	847,34	759,89	882,16	867,11	978,55	816,55	1029,15
60	0 - 5	95,29	103,40	79,44	108,13	110,84	66,52	100,20	138,82	116,32
	5 - 10	153,41	132,78	145,78	159,28	165,78	138,95	117,87	132,80	167,96
	10 - 15	169,43	151,05	183,77	171,92	165,92	174,31	117,14	146,54	183,66
	15 - 20	189,53	181,18	191,58	193,49	194,33	195,87	133,76	158,45	202,57
	20 - 25	152,72	182,87	189,75	225,41	183,02	220,39	163,13	145,17	158,46
TOTAL		760,38	751,28	790,32	858,23	819,89	796,04	632,10	721,78	828,97
90	0 - 5	68,17	101,04	71,90	95,11	67,77	93,14	138,83	113,12	102,89
	5 - 10	132,96	132,09	148,36	168,22	166,33	166,02	173,02	155,68	180,04
	10 - 15	179,82	197,09	167,83	172,90	193,09	176,15	193,64	160,68	185,42
	15 - 20	183,88	198,59	190,83	199,47	186,98	193,36	201,14	205,09	209,51
	20 - 25	199,37	245,35	223,82	272,81	218,19	238,45	217,03	203,66	206,85
TOTAL		764,20	874,16	802,74	908,51	832,36	867,12	923,66	838,23	884,71

R1,R2,R3 - repetições dos microlisímetros.

Apêndice 4 : Nitrogênio total do solo, concentração de N-15 e nitrogênio total no solo derivado do material vegetal (NtDMV) na várzea-I.

COLETA	PROFUNDIDADE (cm)	NITROGENIO TOTAL (mg)						ATOMOS % N-15 em excesso						NtDMV (%)						NtDMV (mg)																																																						
		R1		R2		R3		R1		R2		R3		R1		R2		R3		R1		R2		R3																																																		
31/7/86	0 a 5	114,48	150,19	166,30	1,691	0,386	0,910	15,15	0,23	6,22	17,34	0,34	10,34	191,85	136,03	181,58	1,629	1,561	1,086	14,44	13,66	8,23	27,70	18,58	14,94	93,98	86,08	78,49	0,391	0,406	0,378	0,29	0,46	0,14	0,27	0,39	0,11	43,87	69,14	58,87	0,384	0,372	0,383	0,21	0,07	0,19	0,09	0,05	0,11	57,54	63,78	46,79	0,381	0,374	0,372	0,17	0,09	0,07	0,10	0,06	0,03	60,10	28,27	54,24	0,372	0,373	0,383	0,07	0,08	0,19	0,04	0,02	0,10	
	5 a 10	140,52	161,62	146,48	0,783	1,019	1,532	4,77	7,46	13,33	6,70	12,06	19,52	73,48	124,50	97,06	0,515	1,603	0,787	1,70	14,14	4,81	1,25	17,60	4,67	76,72	53,23	67,05	0,388	0,410	0,595	0,25	0,50	2,62	0,19	0,27	1,75	47,93	35,65	30,85	0,382	0,396	0,376	0,18	0,34	0,11	0,09	0,12	0,03	37,93	34,60	28,57	0,377	0,377	0,379	0,13	0,13	0,15	0,05	0,04	0,04	44,54	46,66	47,11	0,376	0,378	0,394	0,11	0,14	0,32	0,05	0,06	0,15	
	19/8/86	0 a 5	108,19	219,81	155,76	0,618	1,184	0,381	2,88	9,35	0,17	3,12	20,55	0,27	179,93	144,29	156,79	1,017	0,411	1,265	7,44	0,51	10,28	13,39	0,74	16,11	87,68	68,81	127,15	0,400	0,383	0,382	0,39	0,19	0,18	0,34	0,13	0,23	69,07	52,25	100,73	0,377	0,369	0,372	0,13	0,03	0,07	0,09	0,02	0,07	54,12	58,35	63,44	0,372	0,371	0,373	0,07	0,06	0,08	0,04	0,03	0,05	34,57	28,26	32,48	0,374	0,383	0,371	0,09	0,19	0,06	0,03	0,05	0,02
	12/9/86	0 a 5	180,23	217,43	201,85	0,658	1,126	0,885	3,34	8,68	5,93	6,02	18,89	11,97	249,90	79,79	86,15	0,948	0,433	0,500	6,65	0,77	1,53	16,62	0,61	1,32	37,27	45,66	50,71	0,407	0,383	0,421	0,47	0,19	0,63	0,17	0,09	0,32	47,74	38,70	35,29	0,403	0,377	0,395	0,42	0,13	0,33	0,20	0,05	0,12	27,29	36,89	59,26	0,387	0,372	0,374	0,24	0,07	0,09	0,07	0,03	0,05	22,57	35,13	-----	0,382	0,379	-----	0,18	0,15	-----	0,04	0,05	-----
	8/10/86	0 a 5	138,37	178,36	146,00	0,792	1,281	0,964	4,87	10,46	6,84	6,74	18,66	9,98	136,14	156,73	97,49	1,028	0,460	0,634	7,57	1,07	3,06	10,30	1,68	2,99	74,08	87,31	38,95	0,400	0,391	0,386	0,39	0,29	0,23	0,29	0,25	0,09	70,74	60,75	40,85	0,381	0,381	0,382	0,17	0,17	0,18	0,12	0,10	0,07	50,53	37,80	38,18	0,374	0,381	0,374	0,09	0,17	0,09	0,05	0,06	0,03	46,36	40,71	38,45	0,385	0,385	0,375	0,22	0,22	0,10	0,10	0,09	0,04
5/11/86	0 a 5	138,37	178,36	146,00	0,792	1,281	0,964	4,87	10,46	6,84	6,74	18,66	9,98	136,14	156,73	97,49	1,028	0,460	0,634	7,57	1,07	3,06	10,30	1,68	2,99	74,08	87,31	38,95	0,400	0,391	0,386	0,39	0,29	0,23	0,29	0,25	0,09	70,74	60,75	40,85	0,381	0,381	0,382	0,17	0,17	0,18	0,12	0,10	0,07	50,53	37,80	38,18	0,374	0,381	0,374	0,09	0,17	0,09	0,05	0,06	0,03	46,36	40,71	38,45	0,385	0,385	0,375	0,22	0,22	0,10	0,10	0,09	0,04	

R1, R2, R3 - repetições dos microlitros metros

Apêndice 5 : Amônio no solo, concentração de N-15, e amônio no solo derivado do material vegetal (N-NH4DMV) na várzea-I.

COLETA	PROFUNDIDADE (cm)	N-NH4 (µg)			ATOMOS % N-15 em excesso			N-NH4DMV (%)			N-NH4DMV (µg)		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
		0 a 5	4903,0	5893,1	5048,1	0,880	0,429	1,085	5,88	0,72	8,22	288,00	42,32
5 a 10	2490,0	3725,7	5667,7	1,481	1,645	1,524	2,75	14,62	13,24	31,70	544,50	750,30	
10 a 15	1316,0	3776,0	2147,9	0,383	0,609	0,398	0,19	2,78	0,37	2,97	104,50	7,42	
15 a 20	4739,0	1401,5	1131,6	0,410	0,414	0,385	0,50	0,55	0,22	3,81	7,47	2,18	
20 a 25	598,0	654,7	973,3	0,378	0,383	0,409	0,14	0,19	0,49	0,83	1,00	5,20	
25 a 30	1063,0	455,2	1092,5	0,385	0,367	0,388	0,22	0,01	0,25	1,94	0,10	2,21	
0 a 5	1876,0	2853,7	2474,1	2,363	1,141	1,881	22,83	8,86	17,32	428,20	252,50	428,40	
5 a 10	981,1	1035,0	1165,6	0,913	0,790	1,426	6,25	4,85	12,12	61,10	50,17	141,10	
10 a 15	1321,3	1225,1	355,8	0,415	0,447	0,505	0,56	0,93	1,59	7,60	11,20	5,60	
15 a 20	874,3	865,0	457,0	0,422	0,447	0,468	0,64	0,93	1,17	5,30	7,50	4,80	
20 a 25	662,9	212,3	152,7	0,418	0,615	0,418	0,59	2,85	0,59	4,10	5,60	0,90	
25 a 30	764,5	1053,9	423,1	0,511	0,517	0,661	1,66	1,73	3,37	12,90	18,47	13,80	
0 a 5	1327,4	2894,8	2442,8	0,841	1,422	0,411	5,43	12,07	0,51	71,90	349,20	12,80	
5 a 10	1745,3	1535,8	1832,0	1,314	0,545	1,711	10,84	2,05	15,37	188,90	31,00	281,80	
10 a 15	665,3	608,9	2712,2	0,486	0,430	0,459	1,37	0,73	1,06	9,00	4,20	28,90	
15 a 20	425,8	473,1	1123,3	0,413	0,442	0,391	0,54	0,87	0,29	2,10	3,70	2,90	
20 a 25	310,7	499,6	979,2	0,410	0,434	0,392	0,50	0,78	0,30	1,90	3,60	2,80	
25 a 30	252,7	387,8	794,6	0,466	0,455	0,389	1,14	1,02	0,26	2,40	3,90	1,70	
0 a 5	3710,9	3264,3	2137,5	1,346	1,691	1,772	11,22	15,15	16,07	416,60	494,40	343,80	
5 a 10	3134,0	860,9	567,4	1,881	0,577	0,685	17,32	2,41	3,65	542,70	21,00	20,80	
10 a 15	458,0	162,2	203,9	0,553	0,404	0,439	2,14	0,43	0,83	9,80	0,70	2,10	
15 a 20	295,2	135,0	196,1	0,491	0,388	0,457	1,43	0,25	1,04	3,90	0,40	2,00	
20 a 25	210,5	96,7	222,2	0,449	0,396	0,448	0,95	0,34	0,94	2,30	0,30	2,50	
25 a 30	263,7	208,1	-----	0,406	0,527	-----	0,46	1,84	-----	0,90	3,60	-----	
0 a 5	2642,7	3110,5	1538,0	1,023	2,153	1,488	7,51	20,43	12,83	198,30	676,30	197,40	
5 a 10	1573,5	1385,0	994,8	1,616	0,872	0,909	14,29	5,78	6,21	224,90	80,20	61,70	
10 a 15	537,6	609,2	273,5	0,509	0,556	0,412	1,63	2,17	0,53	9,00	13,60	1,80	
15 a 20	311,2	326,8	259,6	0,416	0,461	0,413	0,57	1,09	0,54	1,80	3,10	0,90	
20 a 25	117,9	100,5	106,1	0,469	0,434	0,394	1,18	0,78	0,32	1,00	0,80	0,30	
25 a 30	380,0	301,3	273,5	1,178	0,998	0,458	9,28	7,22	1,05	35,40	21,70	2,60	

R1, R2, R3 - repetições dos microssímetros

Apêndi ce6 : Nitrate no solo, concentração de N-15, e nitrate no solo derivado do material vegetal (N-NO3DMV) na várzea-I.

COLETA	PROFUNDIDADE (cm)	N-NO3 (µg)						ÁTOMOS % N-15 em excesso						N-NO3DMV (%)						N-NO3DMV (µg)					
		R1		R2		R3		R1		R2		R3		R1		R2		R3		R1		R2		R3	
		R1	R2	R3	R2	R1	R3	R1	R2	R3	R2	R1	R3	R1	R2	R3	R2	R1	R3	R2	R1	R3	R2	R3	
31/7/86	0 a 5	373,0	204,0	247,7	0,810	0,467	0,822	5,07	1,15	5,21	19,00	2,00	12,79												
	5 a 10	189,0	108,0	251,8	1,002	0,588	0,756	7,27	2,54	4,46	13,00	3,00	11,42												
	10 a 15	56,0	119,0	40,3	0,384	1,060	0,573	0,20	7,93	2,37	0,10	9,67	0,95												
	15 a 20	41,0	75,7	41,4	0,392	1,227	0,463	0,30	9,84	1,11	0,09	7,47	0,44												
	20 a 25	25,0	81,7	80,1	0,456	0,403	0,435	1,03	0,42	0,79	0,28	0,30	0,62												
	25 a 30	121,0	38,0	114,0	0,400	0,775	0,419	0,39	4,67	0,61	0,48	1,95	0,66												
19/8/86	0 a 5	637,8	3965,0	160,0	5,466	1,248	1,631	58,30	10,08	14,46	371,50	399,50	23,10												
	5 a 10	900,4	3451,6	169,8	1,817	0,745	0,797	16,59	4,33	4,93	149,00	149,60	8,10												
	10 a 15	922,6	85,0	0,0	1,283	0,714	0,000	10,48	3,98	0,00	96,60	3,70	0,00												
	15 a 20	448,2	73,2	51,1	1,167	0,630	0,498	9,16	3,02	1,51	40,80	1,90	0,80												
	20 a 25	149,6	74,8	0,0	0,384	0,501	0,000	0,21	1,54	0,00	31,59	0,90	0,00												
	25 a 30	61,5	53,5	218,0	0,834	0,547	0,523	5,35	2,07	1,79	3,20	1,00	3,70												
12/9/86	0 a 5	1082,8	223,9	6079,3	0,632	0,933	0,466	3,04	6,48	1,14	32,90	14,80	69,74												
	5 a 10	106,0	162,0	889,0	1,209	0,521	0,947	9,64	1,77	6,64	10,00	2,60	59,20												
	10 a 15	195,2	189,7	250,0	0,461	0,441	0,516	1,09	0,86	1,71	1,80	2,10	4,40												
	15 a 20	206,2	137,2	227,3	0,445	0,534	0,405	0,90	1,92	0,45	2,10	2,80	1,00												
	20 a 25	62,5	157,7	227,1	0,515	0,482	0,424	1,70	1,33	0,66	0,90	1,80	1,80												
	25 a 30	89,4	147,1	154,1	0,567	0,577	0,531	2,30	2,41	1,89	2,40	3,90	2,50												
8/10/86	0 a 5	2965,7	214,6	1955,5	1,045	1,452	1,979	7,76	12,41	18,44	230,40	26,69	367,60												
	5 a 10	2620,1	44,1	2812,2	1,532	0,446	2,157	13,33	0,91	20,47	349,30	0,40	575,30												
	10 a 15	827,7	12,6	2560,3	1,070	0,393	2,123	8,05	0,31	20,08	66,70	0,00	514,30												
	15 a 20	320,5	61,3	901,9	0,930	0,377	1,903	6,45	0,13	17,57	20,50	0,10	158,80												
	20 a 25	61,8	0,0	154,3	0,958	0,000	1,008	6,77	0,00	7,34	3,90	27,19	11,10												
	25 a 30	162,5	52,2	-----	0,879	0,413	-----	5,86	0,54	-----	9,90	0,30	-----												
5/11/86	0 a 5	130,0	319,6	264,8	0,546	1,344	1,244	2,06	11,18	10,04	2,70	35,60	26,50												
	5 a 10	72,9	84,7	131,3	1,020	0,878	0,805	7,48	5,85	5,02	5,60	4,60	7,00												
	10 a 15	0,0	0,0	0,0	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00												
	15 a 20	0,0	0,0	0,0	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00												
	20 a 25	0,0	0,0	0,0	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00												
	25 a 30	0,0	0,0	118,9	0,000	0,000	0,443	0,00	0,00	0,88	0,00	0,00	0,90												

R1, R2, R3 - repetições dos microlitros

Apêndice 7 : Nitrogênio total do solo, concentração de N-15 e nitrogênio total no solo derivado do material vegetal (NDMV) na várzea-II.

COLETA	PROFUNDIDADE (cm)	NITROGENIO TOTAL (mg)						ATOMOS % N-15 em excesso						NDMV (%)						NDMV (mg)								
		R1		R2		R3		R1		R2		R3		R1		R2		R3		R1		R2		R3				
		R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R3		
27/11/86	0 a 5	18,34	43,45	32,37	0,753	0,553	0,787	38,09	18,41	41,44	6,99	8,00	13,41	6,99	8,00	13,41	6,99	8,00	13,41	6,99	8,00	13,41	6,99	8,00	13,41	6,99	8,00	
	5 a 10	18,36	22,86	22,23	0,596	0,669	0,705	22,64	29,82	33,37	4,16	6,82	7,42	4,16	6,82	7,42	4,16	6,82	7,42	4,16	6,82	7,42	4,16	6,82	7,42	4,16	6,82	
	10 a 15	4,67	18,04	7,04	0,384	0,375	0,381	1,77	0,89	1,48	0,08	0,16	0,10	0,08	0,16	0,10	0,08	0,16	0,10	0,08	0,16	0,10	0,08	0,16	0,10	0,08	0,16	
	15 a 20	9,19	16,65	16,89	0,374	0,381	0,370	0,79	0,10	0,39	0,07	0,02	0,07	0,07	0,02	0,07	0,07	0,02	0,07	0,07	0,02	0,07	0,07	0,02	0,07	0,07	0,02	0,07
9/1/87	20 a 25	7,50	24,00	21,51	0,371	0,387	0,373	0,49	2,07	0,69	0,04	0,50	0,15	0,04	0,50	0,15	0,04	0,50	0,15	0,04	0,50	0,15	0,04	0,50	0,15	0,04	0,50	
	25 a 30	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	0 a 5	34,99	32,27	22,58	0,621	0,378	0,755	25,10	1,18	38,29	8,78	0,38	8,64	8,78	0,38	8,64	8,78	0,38	8,64	8,78	0,38	8,64	8,78	0,38	8,64	8,78	0,38	8,64
	5 a 10	37,08	38,50	38,61	0,610	0,788	0,809	24,02	41,53	43,60	8,91	15,99	16,83	8,91	15,99	16,83	8,91	15,99	16,83	8,91	15,99	16,83	8,91	15,99	16,83	8,91	15,99	16,83
10/2/87	10 a 15	23,55	28,99	36,21	0,377	0,547	0,379	1,08	17,81	1,28	0,25	5,16	0,46	0,25	5,16	0,46	0,25	5,16	0,46	0,25	5,16	0,46	0,25	5,16	0,46	0,25	5,16	
	15 a 20	8,82	33,32	30,83	0,374	0,375	0,384	0,79	0,89	1,77	0,07	0,29	0,55	0,07	0,29	0,55	0,07	0,29	0,55	0,07	0,29	0,55	0,07	0,29	0,55	0,07	0,29	
	20 a 25	15,17	31,91	22,06	0,373	0,374	0,384	0,69	0,79	1,77	0,10	0,25	0,39	0,10	0,25	0,39	0,10	0,25	0,39	0,10	0,25	0,39	0,10	0,25	0,39	0,10	0,25	
	25 a 30	22,63	22,63	23,37	0,386	0,371	0,374	1,97	0,49	0,79	0,44	0,11	0,18	0,44	0,11	0,18	0,44	0,11	0,18	0,44	0,11	0,18	0,44	0,11	0,18	0,44	0,11	0,18
10/2/87	0 a 5	28,84	24,03	31,61	0,779	0,701	0,397	40,65	32,97	3,05	11,72	7,92	0,96	11,72	7,92	0,96	11,72	7,92	0,96	11,72	7,92	0,96	11,72	7,92	0,96	11,72	7,92	
	5 a 10	19,53	21,35	35,18	0,626	0,590	0,846	25,59	22,05	47,24	5,00	4,71	16,62	5,00	4,71	16,62	5,00	4,71	16,62	5,00	4,71	16,62	5,00	4,71	16,62	5,00	4,71	16,62
	10 a 15	13,40	28,75	29,69	0,380	0,378	0,605	1,38	1,18	23,52	0,18	0,34	6,98	0,18	0,34	6,98	0,18	0,34	6,98	0,18	0,34	6,98	0,18	0,34	6,98	0,18	0,34	6,98
	15 a 20	17,95	17,64	16,29	0,372	0,372	0,373	0,59	0,59	0,69	0,11	0,10	0,11	0,11	0,10	0,11	0,11	0,10	0,11	0,11	0,10	0,11	0,11	0,10	0,11	0,11	0,10	0,11
10/2/87	20 a 25	23,97	31,36	13,48	0,368	0,371	0,375	0,20	0,49	0,89	0,05	0,15	0,12	0,05	0,15	0,12	0,05	0,15	0,12	0,05	0,15	0,12	0,05	0,15	0,12	0,05	0,15	
	25 a 30	---	---	20,87	---	---	0,372	---	---	0,59	---	---	0,12	---	---	0,12	---	---	0,12	---	---	0,12	---	---	0,12	---	---	

R1, R2, R3 – repetições dos microlisímetros

Apêndice B : Amônio no solo, concentração de N-15, e amônio no solo derivado do material vegetal (N-NH₄DMV) na várzea-II.

COLETA	PROFUNDIDADE (cm)	N-NH ₄ (µg)						ATOMOS % N-15 em excesso						N-NH ₄ DMV (%)						N-NH ₄ DMV (µg)					
		R1		R2		R3		R1		R2		R3		R1		R2		R3		R1		R2		R3	
27/11/86	0 a 5	356,6	253,1	265,9	0,911	0,844	0,867	53,64	47,05	49,30	191,50	119,00	131,20												
	5 a 10	219,5	127,2	144,5	0,670	0,574	0,610	29,92	20,47	24,02	65,40	25,90	35,10												
	10 a 15	112,1	110,0	122,6	0,384	0,430	0,378	1,77	6,30	1,18	1,90	7,20	1,00												
	15 a 20	137,8	231,2	115,4	0,377	0,383	0,388	1,08	1,67	2,16	1,10	3,70	2,80												
	20 a 25	133,8	178,0	155,5	0,377	0,371	0,381	1,08	0,49	1,48	1,20	0,10	2,00												
25 a 30	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
9/1/87	0 a 5	501,8	225,9	286,0	0,740	0,423	0,779	36,81	5,61	40,65	184,50	12,60	116,20												
	5 a 10	355,4	310,1	516,3	0,423	0,776	1,013	5,61	40,35	63,68	20,20	125,10	328,50												
	10 a 15	0,0	132,4	188,1	0,000	0,487	0,424	0,00	11,91	5,71	0,00	15,70	11,10												
	15 a 20	0,0	105,5	120,6	0,000	0,419	0,385	0,00	5,22	1,87	0,00	5,60	1,80												
	20 a 25	0,0	126,9	58,5	0,000	0,379	0,366	0,00	1,28	0,00	0,00	1,50	0,00												
25 a 30	0,0	127,7	-----	0,000	0,379	-----	0,00	1,28	-----	0,00	1,60	-----													
10/2/87	0 a 5	550,4	411,6	272,0	0,940	0,991	0,483	56,50	61,52	11,52	310,90	253,20	31,60												
	5 a 10	259,8	309,5	496,7	0,674	0,814	1,046	30,31	44,09	66,93	78,80	136,80	332,10												
	10 a 15	151,8	161,7	226,1	0,384	0,383	0,817	1,77	1,67	44,39	2,68	2,70	100,50												
	15 a 20	123,0	169,5	138,5	0,417	0,372	0,387	5,02	0,59	2,07	6,30	1,00	2,40												
	20 a 25	180,9	197,1	139,3	0,378	0,370	0,378	1,18	0,39	1,18	2,40	0,10	1,50												
25 a 30	-----	-----	148,5	-----	-----	0,370	-----	-----	0,39	-----	-----	0,60													

R1, R2, R3 - repetições dos microlisímetros

Apêndi ce9 : Nitrato no solo, concentração de N-15 e nitrato no solo derivado do material vegetal (N-NO3DMV) na várzea-II

COLETA	PROFUNDIDADE (cm)	N-NO3 (µg)			ATOMOS % N-15 em excesso			N-NO3DMV (%)			N-NO3DMV (µg)		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
27/11/86	0 a 5	57,1	12,3	63,0	0,425	0,387	0,404	5,81	2,07	3,74	3,40	0,30	2,60
	5 a 10	46,3	57,9	71,8	0,426	0,383	0,425	5,91	1,67	5,81	2,40	0,80	4,30
	10 a 15	62,6	48,7	54,3	0,369	0,376	0,370	0,29	0,98	0,39	0,20	0,50	0,20
	15 a 20	31,0	49,0	13,1	0,370	0,395	0,409	0,39	2,85	4,23	0,10	0,90	0,60
	20 a 25	66,3	41,0	31,3	0,372	0,367	0,473	0,59	0,10	10,53	0,40	0,04	2,90
25 a 30													
9/1/87	0 a 5	0,0	0,0	0,0	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	5 a 10	0,0	0,0	0,0	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	10 a 15	0,0	0,0	0,0	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	15 a 20	0,0	0,0	0,0	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	20 a 25	0,0	0,0	0,0	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25 a 30	0,0	0,0	0,0	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
10/2/87	0 a 5	28,2	10,8	116,8	0,480	0,440	0,382	11,22	7,28	1,57	3,10	0,77	1,90
	5 a 10	27,3	13,6	27,4	0,412	0,409	0,430	4,53	4,23	6,30	1,30	0,60	1,80
	10 a 15	68,8	112,3	47,9	0,373	0,375	0,414	0,69	0,89	4,72	0,40	0,90	2,30
	15 a 20	13,5	51,9	25,2	0,372	0,392	0,372	0,59	2,56	0,59	0,10	1,00	0,20
	20 a 25	65,9	77,3	50,9	0,374	0,376	0,372	0,79	0,98	0,59	0,50	0,80	0,30
25 a 30			0,0			0,000			0,00			0,00	

R1, R2, R3 - repetições dos microllitros

Apêndice 10: Nitrogênio no solo, concentração de N-15 e nitrogênio no solo derivado do material vegetal (NtDMV) na floresta natural.

COLETA	PROFUNDIDADE (cm)	Nt (mg)			ATOMOS % N-15 em excesso			NtDMV (%)			NtDMV (mg)		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
29/4/87	0 a 5	245,02	238,29	184,91	0,874	1,573	1,630	4,45	10,57	11,07	10,91	25,20	20,48
	5 a 10	203,56	199,34	209,34	0,487	1,664	0,495	1,06	11,37	1,13	2,16	22,67	2,37
	10 a 15	188,41	213,13	170,36	0,408	0,403	0,405	0,37	0,32	0,34	0,69	0,69	0,58
	15 a 20	174,77	262,84	204,89	0,395	0,373	0,374	0,25	0,06	0,07	0,44	0,16	0,14
	20 a 25	187,35	204,04	210,14	0,385	0,371	0,373	0,17	0,04	0,06	0,31	0,09	0,13
25 a 30	-----	176,00	-----	-----	0,376	-----	-----	-----	0,09	-----	-----	0,15	-----
14/5/87	0 a 5	156,31	232,47	388,76	1,257	0,965	1,193	7,81	5,25	7,25	12,20	12,20	28,17
	5 a 10	251,01	315,20	387,64	0,596	0,535	0,529	2,02	1,48	1,43	5,06	4,67	5,54
	10 a 15	171,68	219,34	213,59	0,430	0,396	0,407	0,56	0,26	0,36	0,96	0,58	0,77
	15 a 20	192,60	218,05	206,41	0,381	0,384	0,381	0,13	0,16	0,13	0,25	0,34	0,27
	20 a 25	216,69	260,12	151,54	0,378	0,374	0,377	0,11	0,07	0,10	0,23	0,18	0,15
25 a 30	-----	-----	93,00	-----	-----	0,378	-----	-----	0,11	-----	-----	-----	0,10
13/6/87	0 a 5	161,99	262,64	282,81	1,406	1,627	1,490	9,11	11,05	9,85	14,76	29,02	27,85
	5 a 10	184,09	272,20	239,08	0,521	0,479	0,466	1,36	0,99	0,88	2,50	2,69	2,09
	10 a 15	205,01	294,55	237,06	0,418	0,406	0,417	0,46	0,35	0,45	0,93	1,03	1,06
	15 a 20	193,32	284,45	249,05	0,391	0,388	0,390	0,22	0,19	0,21	0,42	0,55	0,52
	20 a 25	164,94	197,50	129,03	0,373	0,385	0,377	0,06	0,17	0,10	0,10	0,33	0,12
25 a 30	-----	103,00	55,00	-----	0,379	0,386	-----	0,11	0,18	-----	0,12	0,10	
13/7/87	0 a 5	235,87	265,74	266,75	2,802	0,888	1,726	21,34	4,57	11,92	50,34	12,15	31,78
	5 a 10	352,34	256,25	335,29	0,485	0,543	0,460	1,04	1,55	0,82	3,67	3,97	2,76
	10 a 15	302,10	228,62	268,53	0,435	0,413	0,417	0,60	0,41	0,45	1,83	0,94	1,20
	15 a 20	253,75	258,17	295,79	0,409	0,396	0,396	0,38	0,26	0,26	0,96	0,68	0,78
	20 a 25	253,20	304,23	266,35	0,391	0,379	0,374	0,22	0,11	0,07	0,55	0,35	0,19
25 a 30	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

R1, R2, R3 - Repetições dos microlisímetros

Apêndice 11 : Amônio no solo, concentração de N-15 e amônio no solo derivado do material vegetal (N-NH₄DMV) na floresta natural.

COLETA	PROFUNDIDADE (cm)	N-NH ₄ (µg)			ATOMOS % N-15 em excesso			N-NH ₄ DMV (%)			N-NH ₄ DMV (µg)		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
		0 a 5	2064,4	3152,0	2845,4	3,470	2,175	2,569	27,19	15,85	19,30	561,39	499,56
5 a 10	749,2	2182,0	2987,7	0,777	1,876	2,215	3,60	13,23	16,20	26,98	288,67	484,00	
10 a 15	908,7	2247,3	2971,4	0,610	1,039	1,261	2,14	5,90	7,84	19,43	132,51	233,00	
15 a 20	1083,6	2851,2	3394,5	0,436	0,523	0,614	0,61	1,38	2,17	6,65	39,22	73,75	
20 a 25	1105,0	2304,6	3011,3	0,636	0,481	0,540	2,37	1,01	1,52	26,14	23,22	45,91	
25 a 30	-----	1173,1	-----	-----	5,050	-----	-----	41,04	-----	-----	481,41	-----	
0 a 5	4305,4	2621,5	5282,9	2,900	2,729	3,421	22,20	20,70	26,77	955,84	542,72	1413,99	
5 a 10	4347,4	3156,0	6222,5	2,295	2,237	2,894	16,90	16,39	22,15	734,73	517,33	1378,18	
10 a 15	4106,2	2991,7	4934,8	1,633	1,305	2,339	11,10	8,23	17,29	455,80	246,12	853,03	
15 a 20	3116,3	2652,6	1948,6	0,793	0,716	0,946	3,74	3,07	5,08	116,58	81,34	99,02	
20 a 25	2924,0	2871,9	1548,3	0,554	0,475	0,706	1,65	0,95	2,98	48,16	27,43	46,12	
25 a 30	-----	-----	854,0	-----	-----	0,965	-----	-----	5,25	-----	-----	44,82	
0 a 5	11963,7	10236,6	4188,1	2,744	2,242	1,701	20,83	16,44	11,70	2492,52	1682,48	489,84	
5 a 10	3823,0	6478,3	7098,0	2,266	1,446	1,503	16,65	9,46	9,96	636,38	612,98	707,07	
10 a 15	1853,6	5620,6	7156,0	0,564	0,996	1,145	1,73	5,52	6,82	32,15	310,23	488,39	
15 a 20	1302,1	5797,8	4929,4	1,135	0,720	0,751	6,74	3,10	3,37	87,72	179,81	166,27	
20 a 25	1499,7	4445,6	2817,8	0,532	0,565	0,533	1,45	1,74	1,46	21,81	77,51	41,23	
25 a 30	-----	1260,4	1098,1	-----	0,481	0,438	-----	1,01	0,63	-----	12,70	6,93	
0 a 5	2362,8	7967,0	5923,8	1,354	3,724	1,900	8,66	29,42	13,44	204,52	2343,89	796,14	
5 a 10	6297,0	6553,0	6676,2	1,533	2,454	1,699	10,22	18,29	11,68	643,82	1198,76	779,69	
10 a 15	8271,7	7055,8	5706,2	1,151	0,981	1,047	6,88	5,39	5,97	568,89	380,18	340,45	
15 a 20	7301,9	7125,4	5528,3	0,849	0,731	0,708	4,23	3,20	3,00	308,99	227,86	165,65	
20 a 25	6906,2	8140,7	4317,5	0,685	0,487	0,480	2,79	1,06	1,00	193,01	86,30	43,12	
25 a 30	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	

R1, R2, R3 - repetições dos microlitros

Apêndice 12 : Nitrato no solo, concentração de N-15 e nitrato no solo derivado do material vegetal (N-NO3DMV) na floresta natural.

COLETA	PROFUNDIDADE (cm)	N-NO3						ATOMOS % N-15 em excesso						N-NO3DMV (%)						N-NO3DMV (µg)					
		R1		R2		R3		R1		R2		R3		R1		R2		R3		R1		R2		R3	
		(µg)		(µg)		(µg)		(%)		(%)		(%)		(%)		(%)		(%)	(µg)		(µg)		(µg)		
29/4/87	0 a 5	102,0	192,9	266,4	3,920	7,418	1,014	31,14	61,78	5,68	31,75	119,18	15,12												
	5 a 10	749,2	194,9	223,6	2,512	0,961	0,840	18,80	5,21	4,15	140,86	10,16	9,29												
	10 a 15	1405,8	449,3	297,5	2,114	1,168	0,510	15,31	7,03	1,26	215,29	31,57	3,75												
	15 a 20	1757,2	565,8	727,0	1,634	0,677	0,801	11,11	2,72	3,81	195,21	15,42	27,71												
	20 a 25	1105,0	215,0	420,3	1,220	0,468	0,435	7,48	0,89	0,60	82,67	1,92	2,54												
25 a 30	-----	252,1	-----	-----	0,459	-----	-----	0,81	-----	-----	2,05	-----	-----												
14/5/87	0 a 5	151,7	129,9	158,7	1,124	0,862	1,593	6,64	4,35	10,75	10,07	5,65	17,06												
	5 a 10	160,4	477,4	105,2	0,832	0,516	0,800	4,08	1,31	3,80	6,55	6,27	4,00												
	10 a 15	240,3	93,5	159,7	0,755	0,470	0,728	3,41	0,91	3,17	8,19	0,85	5,07												
	15 a 20	283,1	104,7	164,8	0,991	0,424	0,414	5,48	0,51	0,42	15,50	0,53	0,69												
	20 a 25	224,3	188,2	111,4	0,408	0,420	0,467	0,37	0,47	0,88	0,83	0,89	0,99												
25 a 30	-----	-----	100,8	-----	-----	0,459	-----	-----	0,81	-----	-----	0,82													
13/6/87	0 a 5	317,3	392,9	108,0	1,412	0,873	0,697	9,16	4,44	2,90	29,08	17,48	3,13												
	5 a 10	1211,9	205,8	167,6	2,370	0,868	0,495	17,56	4,40	1,13	212,78	9,05	1,89												
	10 a 15	1430,0	173,7	362,0	1,193	0,530	0,558	7,25	1,44	1,68	103,61	2,50	6,09												
	15 a 20	1421,5	139,5	197,3	1,146	0,411	0,467	6,83	0,39	0,88	97,14	0,55	1,75												
	20 a 25	803,3	197,5	195,4	0,719	0,493	0,373	3,09	1,11	0,06	24,84	2,20	0,12												
25 a 30	-----	98,4	101,5	-----	0,404	0,399	-----	0,33	0,29	-----	0,33	0,29													
13/7/87	0 a 5	96,8	291,0	204,2	0,653	2,177	0,958	2,51	15,87	5,19	2,43	46,17	10,59												
	5 a 10	123,7	330,2	265,6	0,586	1,313	0,694	1,93	8,30	2,87	2,38	27,40	7,63												
	10 a 15	194,2	285,8	181,3	0,573	0,706	0,570	1,81	2,98	1,79	3,52	8,51	3,24												
	15 a 20	189,4	466,7	280,5	0,437	0,536	0,438	0,62	1,49	0,63	1,18	6,95	1,77												
	20 a 25	201,4	520,1	158,9	0,480	0,422	0,403	1,00	0,49	0,32	2,01	2,55	0,52												
25 a 30	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----												

R1, R2, R3 - repetições dos microlitros

Apêndice 13 : Nitrogênio no solo, concentração de N-15 e nitrogênio no solo derivado do material vegetal (NtDMV) na pastagem.

COLETA	PROFUNDIDADE (cm)	Nt (mg)						ATOMOS % N-15 em excesso						NIDMV (%)						NtDMV (mg)					
		R1		R2		R3		R1		R2		R3		R1		R2		R3		R1		R2		R3	
		R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R3	
29/4/87	0 a 5	227,61	302,88	188,20	0,913	0,452	1,579	4,79	0,75	10,63	10,91	2,28	20,00												
	5 a 10	262,23	350,95	287,25	0,442	0,375	0,464	0,67	0,08	0,86	1,75	0,28	2,47												
	10 a 15	180,13	159,62	253,48	0,397	0,372	0,396	0,27	0,05	0,26	0,49	0,08	0,67												
	15 a 20	134,93	215,09	190,70	0,374	0,370	0,377	0,07	0,04	0,10	0,09	0,08	0,18												
	20 a 25	93,62	139,48	184,64	0,369	0,371	0,377	0,03	0,04	0,10	0,02	0,06	0,18												
	25 a 30	124,00	-----	139,00	0,374	-----	0,380	0,07	-----	0,12	0,09	-----	0,17												
14/5/87	0 a 5	225,35	179,52	136,57	0,863	1,425	1,465	4,35	9,28	9,63	9,81	16,66	13,15												
	5 a 10	196,37	241,78	157,44	0,411	0,438	0,433	0,39	0,63	0,59	0,77	1,53	0,92												
	10 a 15	186,17	180,27	215,35	0,403	0,414	0,378	0,32	0,42	0,11	0,60	0,76	0,23												
	15 a 20	169,51	172,40	175,60	0,379	0,377	0,373	0,11	0,10	0,06	0,19	0,17	0,11												
	20 a 25	147,94	235,42	158,13	0,377	0,381	0,377	0,10	0,13	0,10	0,14	0,31	0,15												
	25 a 30	88,20	-----	-----	0,375	-----	-----	0,08	-----	-----	0,07	-----	-----												
13/6/87	0 a 5	309,25	402,35	215,52	0,912	0,467	1,165	4,78	0,88	7,00	14,79	3,56	15,09												
	5 a 10	256,44	303,38	294,57	0,423	0,421	0,417	0,50	0,48	0,45	1,28	1,46	1,32												
	10 a 15	190,83	195,79	285,87	0,391	0,380	0,384	0,22	0,12	0,16	0,42	0,24	0,45												
	15 a 20	199,29	237,08	229,17	0,405	0,371	0,381	0,34	0,04	0,13	0,68	0,10	0,30												
	20 a 25	218,65	214,13	213,78	0,379	0,382	0,369	0,11	0,14	0,03	0,25	0,30	0,06												
	25 a 30	-----	103,00	103,00	-----	0,372	0,373	-----	0,05	0,06	-----	0,05	0,06												
13/7/87	0 a 5	209,24	364,60	388,00	1,098	1,210	0,745	6,41	7,39	3,32	13,42	26,96	12,88												
	5 a 10	248,97	392,54	307,00	0,510	0,426	0,423	1,26	0,53	0,50	3,14	2,06	1,53												
	10 a 15	250,71	320,53	280,00	0,429	0,419	0,384	0,55	0,46	0,16	1,38	1,49	0,44												
	15 a 20	235,37	241,20	246,00	0,380	0,399	0,377	0,12	0,29	0,10	0,29	0,70	0,24												
	20 a 25	259,17	237,83	250,00	0,373	0,400	0,373	0,06	0,30	0,06	0,16	0,71	0,15												
	25 a 30	-----	63,00	-----	-----	0,401	-----	-----	0,31	-----	-----	0,19	-----												

R1, R2, R3 - Repetições dos microlisímetros

Apêndice 14 : Amônio no solo, concentração de N-15 e amônio no solo derivado do material vegetal (N-NH4DMV) na pastagem n.

COLETA	PROFUNDIDADE (cm)	N-NH4 (µg)						ATOMOS% N-15 em excesso						N-NH4DMV (%)						N-NH4DMV (µg)						
		R1		R2		R3		R1		R2		R3		R1		R2		R3		R1		R2		R3		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	
29/4/87	0 a 5	4122,7	7086,1	3775,9	2,480	0,966	4,486	18,52	5,26	36,10	763,57	372,49	1362,97													
	5 a 10	4097,4	2566,6	1659,9	1,543	0,478	1,860	10,31	0,98	13,09	422,52	25,18	217,27													
	10 a 15	2401,1	1661,3	1024,4	1,077	0,404	0,568	6,23	0,33	1,77	149,57	5,53	18,13													
	15 a 20	1188,9	2034,2	874,8	0,503	0,376	0,487	1,20	0,09	1,06	14,27	1,78	9,27													
	20 a 25	1016,7	2094,5	872,4	0,411	0,384	0,501	0,39	0,16	1,18	4,01	3,30	10,32													
25 a 30	-----	-----	802,5	-----	-----	0,900	-----	-----	-----	4,68	-----	-----	37,54													
14/5/87	0 a 5	2282,0	2350,6	3492,0	3,463	2,488	3,776	27,13	18,59	29,88	619,19	437,00	1043,26													
	5 a 10	769,1	2696,8	3307,7	0,794	1,649	1,821	3,75	11,24	12,75	28,84	303,13	421,65													
	10 a 15	749,8	2761,5	2317,0	0,582	1,308	0,574	1,89	8,25	1,82	14,19	227,90	42,22													
	15 a 20	1140,4	2542,0	2032,2	0,434	0,745	0,502	0,60	3,32	1,19	6,79	84,41	24,21													
	20 a 25	1044,0	3226,8	2501,1	0,430	0,465	0,553	0,56	0,87	1,64	5,85	27,99	40,98													
25 a 30	317,7	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----													
13/6/87	0 a 5	5156,7	3858,3	3038,0	2,638	0,902	2,918	19,91	4,70	22,36	1026,46	181,19	679,24													
	5 a 10	5009,4	6263,2	4328,3	1,084	0,510	1,140	6,29	1,26	6,78	315,11	79,02	293,51													
	10 a 15	4072,7	4796,8	3095,8	0,740	0,452	0,632	3,28	0,75	2,33	133,45	36,14	72,15													
	15 a 20	4324,5	4438,5	1872,5	0,578	0,408	0,539	1,86	0,37	1,52	80,32	16,33	28,38													
	20 a 25	3667,4	2791,1	1353,2	0,423	0,380	0,396	0,50	0,12	0,26	18,31	3,42	3,56													
25 a 30	-----	1171,4	1026,0	-----	-----	0,395	0,571	-----	0,25	1,80	-----	-----	-----	2,98	18,43											
13/7/87	0 a 5	3429,7	1169,7	4973,7	2,466	2,074	3,234	18,40	14,96	25,13	631,01	175,04	1249,74													
	5 a 10	6030,7	896,9	7202,0	1,621	0,778	0,669	11,00	3,61	2,65	663,09	32,37	191,19													
	10 a 15	5598,5	643,0	5952,1	0,728	1,735	0,859	3,17	11,99	4,32	177,56	77,12	257,09													
	15 a 20	5485,4	553,5	4203,7	0,470	0,621	0,597	0,91	2,23	2,02	49,98	12,36	85,07													
	20 a 25	4842,4	545,5	3760,4	0,403	0,488	0,438	0,32	1,07	0,63	15,70	5,83	23,72													
25 a 30	-----	169,7	-----	-----	-----	0,549	-----	-----	1,60	-----	-----	-----	-----	2,72	-----											

R1, R2, R3 - repetições dos microlitros simétricos

Apêndice 15 : Nitrato no solo, concentração de N-15 e nitrato no solo derivado do material vegetal (N-NO3DMV) na pastagem.

COLETA	PROFUNDIDADE (cm)	N-NO3 (µg)			ATOMOS % N-15 em excesso			N-NO3DMV (%)			N-NO3DMV (µg)		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
		0 a 5	120,2	136,9	179,5	1,012	0,539	1,191	5,66	1,52	7,23	6,81	2,07
5 a 10	87,4	76,8	430,9	0,771	0,380	1,621	3,55	0,12	11,00	3,10	0,09	47,38	
10 a 15	104,9	89,9	724,5	0,469	0,384	0,859	0,90	0,16	4,32	0,95	0,14	31,29	
15 a 20	105,8	382,1	848,5	0,462	0,410	0,679	0,84	0,39	2,74	0,89	1,47	23,27	
20 a 25	161,0	404,2	872,4	0,414	0,443	0,685	0,42	0,67	2,79	0,68	2,73	24,38	
25 a 30	456,5	-----	436,1	0,472	-----	0,617	0,93	-----	2,20	4,24	-----	9,59	
0 a 5	1910,4	103,7	371,8	2,845	0,780	1,091	21,72	3,63	6,35	414,92	3,76	23,61	
5 a 10	1055,5	197,1	250,7	2,433	0,561	0,770	18,11	1,71	3,54	191,14	3,37	8,87	
10 a 15	647,3	189,8	323,0	4,749	0,628	1,247	38,40	2,30	7,72	248,58	4,36	24,93	
15 a 20	658,8	262,7	149,9	0,915	0,537	0,391	4,81	1,50	0,22	31,69	4,23	0,33	
20 a 25	585,0	448,9	240,5	0,648	0,421	0,465	2,47	0,48	0,87	14,45	2,16	2,09	
25 a 30	658,2	-----	-----	0,487	-----	-----	1,06	-----	-----	6,98	-----	-----	
0 a 5	207,6	267,1	332,6	1,553	0,534	1,435	10,40	1,47	9,37	21,59	3,93	31,15	
5 a 10	256,4	131,0	273,7	0,569	0,441	0,572	1,78	0,66	1,80	4,56	0,86	4,94	
10 a 15	264,8	102,9	312,0	0,448	0,397	0,569	0,72	0,27	1,78	1,90	0,28	5,55	
15 a 20	371,5	231,3	344,7	0,437	0,435	0,412	0,62	0,60	0,40	2,31	1,40	1,39	
20 a 25	135,2	269,0	315,2	0,419	0,393	0,428	0,46	0,24	0,54	0,63	0,64	1,71	
25 a 30	-----	138,4	279,2	-----	0,415	0,398	-----	0,43	0,28	-----	0,59	0,78	
0 a 5	199,7	1795,2	987,3	1,641	2,291	3,057	11,17	16,87	23,58	22,31	302,77	232,77	
5 a 10	259,1	3428,1	612,6	0,927	2,221	1,219	4,92	16,25	7,47	12,73	557,13	45,78	
10 a 15	466,8	2042,9	720,5	0,468	2,000	0,588	0,89	14,32	1,94	4,17	292,46	14,01	
15 a 20	145,6	316,0	336,4	0,401	1,573	0,482	0,31	10,57	1,02	0,45	33,42	3,42	
20 a 25	229,2	606,6	436,4	0,444	0,593	0,560	0,68	1,99	1,70	1,57	12,06	7,42	
25 a 30	-----	0,0	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	

R1, R2, R3 - repetições dos microlitímetros

Apêndice 16 : Nitrogênio no solo, concentração de N-15 e nitrogênio no solo derivado do material vegetal (NdDMV) na cultura perene.

COLETA	NT (mg)			ATOMOS % N-15 em excesso						NdDMV (%)			NdDMV (mg)			
	PROFUNDIDADE (cm)	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
29/4/87	0 a 5	337,00	298,37	268,75	0,824	0,702	1,302	12,33	9,05	25,20	41,56	26,99	67,73			
	5 a 10	211,63	215,57	224,35	0,462	0,499	0,485	2,58	3,58	3,20	5,47	7,72	7,19			
	10 a 15	191,28	256,35	155,59	0,429	0,433	0,414	1,70	1,80	1,29	3,24	4,62	2,01			
	15 a 20	195,40	174,11	142,80	0,410	0,380	0,379	1,18	0,38	0,35	2,31	0,66	0,50			
	20 a 25	192,60	159,60	156,36	0,381	0,375	0,374	0,40	0,24	0,22	0,78	0,39	0,34			
25 a 30	-----	-----	66,30	-----	-----	0,373	-----	-----	-----	0,19	-----	-----	0,12			
14/5/87	0 a 5	447,33	263,52	341,34	0,715	0,744	0,680	9,40	10,18	8,45	42,04	26,82	28,86			
	5 a 10	296,80	360,68	321,42	0,471	0,590	0,492	2,83	6,03	3,39	8,39	21,75	10,90			
	10 a 15	264,92	278,66	245,62	0,422	0,469	0,436	1,51	2,77	1,88	3,99	7,73	4,63			
	15 a 20	194,51	251,54	181,76	0,378	0,410	0,389	0,32	1,18	0,62	0,63	2,98	1,13			
	20 a 25	150,18	216,28	211,13	0,373	0,383	0,374	0,19	0,46	0,22	0,28	0,99	0,45			
25 a 30	-----	97,70	-----	-----	0,373	-----	-----	-----	0,19	-----	-----	0,18				
13/6/87	0 a 5	382,76	403,97	207,05	0,723	0,848	0,747	9,61	12,98	10,26	36,79	52,43	21,24			
	5 a 10	228,67	185,92	435,02	0,452	0,503	0,480	2,32	3,69	3,07	5,29	6,86	13,35			
	10 a 15	167,51	252,05	255,29	0,437	0,469	0,418	1,91	2,77	1,40	3,20	6,99	3,57			
	15 a 20	181,91	183,80	318,03	0,397	0,433	0,386	0,83	1,80	0,54	1,52	3,32	1,71			
	20 a 25	148,45	149,53	153,71	0,378	0,404	0,375	0,32	1,02	0,24	0,48	1,53	0,37			
25 a 30	95,00	186,00	110,00	0,379	0,378	0,374	0,35	0,32	0,22	0,33	0,60	0,24				
13/7/87	0 a 5	412,33	345,02	265,46	0,836	0,608	0,762	12,65	6,52	10,66	52,18	22,48	28,30			
	5 a 10	451,58	207,05	356,48	0,519	0,474	0,432	4,12	2,91	1,78	18,60	6,02	6,33			
	10 a 15	305,95	200,85	304,09	0,455	0,479	0,424	2,40	3,04	1,56	7,33	6,11	4,75			
	15 a 20	281,60	219,45	305,88	0,404	0,431	0,431	1,02	1,75	1,75	2,88	3,84	5,35			
	20 a 25	236,56	199,59	233,74	0,386	0,399	0,421	0,54	0,89	1,48	1,27	1,77	3,46			
25 a 30	-----	115,00	76,00	-----	0,401	0,435	-----	0,94	1,86	-----	1,08	1,41				

R1, R2, R3 - Repetições dos microlitros

Apêndice 17 : Amônio no solo e concentração de N-15 e amônio no solo derivado do material vegetal (N-NH4DMV) na cultura de perene.

COLETA	PROFUNDIDADE (cm)	N-NH4 (µg)			ATOMOS % N-15 em excesso			N-NH4DMV (%)			N-NH4DMV (µg)		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
		0 a 5	14852,2	10940,2	5466,3	3,429	2,883	2,264	82,47	67,77	51,10	12248,83	7414,27
5 a 10	6011,7	11092,0	6644,9	2,888	2,968	1,828	67,91	70,06	39,36	4082,25	7770,96	2615,72	
10 a 15	5547,2	5421,4	4134,3	2,638	1,944	1,374	61,17	42,49	27,14	3393,45	2303,42	1122,07	
15 a 20	4997,6	2624,8	2117,1	2,190	0,626	0,769	49,11	7,00	10,85	2454,37	183,75	229,73	
20 a 25	3578,1	1704,5	1790,8	0,924	0,655	0,464	15,02	7,78	2,64	537,58	132,63	47,25	
25 a 30	-----	-----	752,7	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
0 a 5	7224,8	5556,5	13855,2	2,331	2,388	2,390	52,91	54,44	54,50	3822,49	3025,11	7550,62	
5 a 10	8865,0	9347,1	13414,0	2,280	2,700	2,461	51,53	62,84	56,41	4568,58	5874,02	7566,62	
10 a 15	4505,7	7925,7	8967,8	1,626	2,451	2,166	33,93	56,14	48,47	1528,58	4449,41	4346,29	
15 a 20	1163,1	4838,6	3034,7	1,056	1,873	1,225	18,58	40,58	23,13	216,08	1963,32	701,89	
20 a 25	1085,2	2699,5	1508,1	0,522	0,689	0,679	4,20	8,70	8,43	45,58	234,77	127,09	
25 a 30	-----	950,2	-----	-----	0,460	-----	-----	2,53	-----	-----	24,05	-----	
0 a 5	3886,8	18338,1	19698,8	1,370	1,768	2,124	27,03	37,75	47,33	1050,70	6922,47	9324,31	
5 a 10	4574,5	14327,8	22597,3	0,531	1,662	0,635	4,44	34,89	7,24	203,23	4999,68	1636,69	
10 a 15	13100,9	12577,5	10169,3	0,613	1,444	1,310	6,65	29,03	25,42	871,28	3650,67	2584,75	
15 a 20	4325,8	9876,2	7438,4	0,648	1,302	1,033	7,59	25,20	17,96	328,45	2488,99	1335,86	
20 a 25	2435,5	6882,5	3902,9	0,552	1,083	0,523	5,01	19,31	4,23	121,97	1328,69	164,98	
25 a 30	1129,1	3069,2	1641,5	0,448	0,675	0,557	2,21	8,32	5,14	24,93	255,35	84,42	
0 a 5	21579,7	1122,2	1089,6	1,834	0,950	1,117	39,53	15,72	20,22	8529,63	176,45	220,33	
5 a 10	18757,1	8441,0	1080,2	1,384	1,613	0,481	27,41	33,58	3,10	5141,28	2834,11	33,45	
10 a 15	9345,1	13045,6	1145,9	1,375	1,594	0,593	27,17	33,06	6,11	2538,82	4313,41	70,04	
15 a 20	6609,5	9987,9	1336,7	1,215	1,417	0,686	22,86	28,30	8,62	1510,89	2826,40	115,17	
20 a 25	4060,6	5737,1	2972,4	0,866	1,067	0,905	13,46	18,87	14,51	546,67	1082,85	431,38	
25 a 30	-----	1389,2	1391,7	-----	0,798	0,862	-----	11,63	13,35	-----	161,59	185,86	

R1, R2, R3 - repetições microllímetros

Apêndice 18 : Nitrito no solo, concentração de N-15 e nitrito no solo derivado do material vegetal (N-N03DMV) na cultura perene.

COLETA	PROFUNDIDADE (cm)	N-N03						ATOMOS % N-15 em excesso						N-N03DMV (%)						N-N03DMV (µg)						
		R1		R2		R3		R1		R2		R3		R1		R2		R3		R1		R2		R3		
		(µg)	(µg)	(µg)	(µg)	(µg)	(µg)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	
29/4/87	0 a 5	216,0	337,6	294,8	0,366	1,244	0,966	0,00	23,64	16,16	0,00	0,00	23,64	16,16	0,00	0,00	79,81	47,63	0,00	0,00	79,81	47,63	0,00	0,00	79,81	47,63
	5 a 10	151,8	384,5	131,9	0,682	0,938	0,700	8,51	15,40	8,99	12,91	15,40	8,99	12,91	15,40	8,99	59,21	11,86	12,91	15,40	8,99	59,21	11,86	12,91	15,40	
	10 a 15	180,8	412,1	483,9	0,678	0,495	0,483	8,40	3,47	3,15	15,19	3,47	3,15	15,19	3,47	3,15	14,31	15,24	15,19	3,47	3,15	14,31	15,24	15,19	3,47	
	15 a 20	256,4	454,0	360,3	0,679	0,374	0,453	8,43	0,22	2,34	21,61	0,22	2,34	21,61	0,22	2,34	0,98	8,44	21,61	0,22	2,34	0,98	8,44	21,61	0,22	
	20 a 25	222,6	362,2	316,3	0,432	0,500	0,797	1,78	3,61	11,60	3,96	13,07	3,96	13,07	3,96	13,07	3,96	13,07	3,96	3,96	13,07	3,96	13,07	3,96	13,07	3,96
25 a 30	-----	-----	171,2	-----	-----	0,489	-----	-----	3,31	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
14/5/87	0 a 5	153,1	145,2	319,3	1,302	0,603	0,942	25,20	6,38	15,51	38,59	6,38	15,51	38,59	6,38	15,51	9,27	49,52	25,20	6,38	15,51	9,27	49,52	25,20	6,38	15,51
	5 a 10	163,2	147,5	327,0	0,929	1,004	1,053	15,16	17,18	18,50	24,75	17,18	18,50	24,75	17,18	18,50	25,33	60,49	15,16	17,18	18,50	25,33	60,49	15,16	17,18	18,50
	10 a 15	56,6	155,6	192,3	0,530	0,638	0,728	4,42	7,32	9,75	2,50	7,32	9,75	2,50	7,32	9,75	11,39	18,74	4,42	7,32	9,75	11,39	18,74	4,42	7,32	9,75
	15 a 20	170,7	112,9	379,8	0,435	0,602	0,543	1,86	6,35	4,77	3,17	6,35	4,77	3,17	6,35	4,77	7,17	18,10	1,86	6,35	4,77	7,17	18,10	1,86	6,35	4,77
	20 a 25	685,5	290,4	932,0	0,398	0,434	0,428	0,86	1,83	1,67	5,91	1,83	1,67	5,91	1,83	1,67	5,32	15,56	0,86	1,83	1,67	5,32	15,56	0,86	1,83	1,67
25 a 30	-----	138,7	-----	-----	0,417	-----	-----	-----	1,37	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
13/6/87	0 a 5	3109,2	413,7	2710,3	1,664	0,807	1,829	34,95	11,87	39,39	1086,63	11,87	39,39	1086,63	11,87	39,39	49,12	1067,61	34,95	11,87	39,39	49,12	1067,61	34,95	11,87	39,39
	5 a 10	8391,2	116,9	942,3	1,355	0,865	1,503	26,63	13,44	30,61	2234,48	13,44	30,61	2234,48	13,44	30,61	15,70	288,46	26,63	13,44	30,61	15,70	288,46	26,63	13,44	30,61
	10 a 15	4203,0	121,6	356,3	1,081	0,488	0,568	19,25	3,28	5,44	809,14	3,28	5,44	809,14	3,28	5,44	4,00	19,38	19,25	3,28	5,44	4,00	19,38	19,25	3,28	5,44
	15 a 20	1713,5	0,0	332,2	0,896	0,000	0,491	14,27	0,00	3,37	244,52	0,00	3,37	244,52	0,00	3,37	0,00	11,18	14,27	0,00	3,37	0,00	11,18	14,27	0,00	3,37
	20 a 25	1347,5	149,5	234,5	0,721	0,585	0,418	9,56	5,90	1,40	128,80	5,90	1,40	128,80	5,90	1,40	8,82	3,28	9,56	5,90	1,40	8,82	3,28	9,56	5,90	1,40
25 a 30	594,8	182,5	78,2	0,555	1,138	1,073	5,09	20,79	19,04	30,27	20,79	19,04	30,27	20,79	19,04	37,94	14,89	5,09	20,79	19,04	37,94	14,89	5,09	20,79	19,04	
13/7/87	0 a 5	559,5	1324,6	1251,1	1,446	1,404	1,557	29,08	27,95	32,07	162,69	27,95	32,07	162,69	27,95	32,07	370,21	401,21	29,08	27,95	32,07	370,21	401,21	29,08	27,95	32,07
	5 a 10	164,4	437,5	2958,1	1,075	1,273	1,444	19,09	24,42	29,03	31,38	24,42	29,03	31,38	24,42	29,03	106,83	858,59	19,09	24,42	29,03	106,83	858,59	19,09	24,42	29,03
	10 a 15	139,4	298,9	3489,6	0,892	0,868	1,534	14,16	13,52	31,45	19,75	13,52	31,45	19,75	13,52	31,45	40,40	1097,43	14,16	13,52	31,45	40,40	1097,43	14,16	13,52	31,45
	15 a 20	114,6	385,6	6012,9	0,568	0,720	1,487	5,44	9,53	30,18	6,24	9,53	30,18	6,24	9,53	30,18	36,75	1814,89	5,44	9,53	30,18	36,75	1814,89	5,44	9,53	30,18
	20 a 25	62,9	401,2	5651,1	0,454	0,649	1,514	2,37	7,62	30,91	1,49	7,62	30,91	1,49	7,62	30,91	30,57	1746,77	2,37	7,62	30,91	30,57	1746,77	2,37	7,62	30,91
25 a 30	-----	147,5	2129,1	-----	0,484	1,432	-----	3,18	28,70	-----	-----	-----	-----	-----	-----	4,69	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

R1, R2, R3 - Repetições de microplots

Apêndice 19 : Frações do nitrogênio do solo nas formas de amônio, nitrato e orgânico, em relação ao nitrogênio total recuperado do solo no experimento instalado na várzea-I.

COLETA (dias)	Nt		N-NH4		N-NO3		Norg	
	µg/g solo	%	µg/g solo	%	µg/g solo	%	µg/g solo	%
15	1306,67 ±47,08	100	37,86 ±2,46	2,9 ±0,2	1,64 ±0,03	0,1 ±0,0	1267,17 ±47,14	97,0 ±5,0
34	903,33 ±27,32	100	12,86 ±0,80	1,4 ±0,1	8,48 ±4,87	0,9 ±0,5	881,99 ±27,76	97,6 ±4,3
56	1410,00 ±115,46	100	16,82 ±3,87	1,2 ±0,3	9,06 ±5,87	0,6 ±0,4	1384,12 ±115,67	98,2 ±11,5
82	1086,67 ±179,22	100	12,61 ±4,23	1,2 ±0,4	11,86 ±5,56	1,1 ±0,5	1062,20 ±179,36	97,7 ±23,1
110	1083,33 ±118,08	100	11,15 ±1,87	1,0 ±0,2	0,79 ±0,13	0,1 ±0,0	1071,39 ±118,09	98,9 ±15,3

- os resultados representam a média e desvio padrão da média (m±s.e.) de três repetições, sendo o valor de s.e. obtido pela teoria de propagação de erros.

Apêndice 20 : Frações do nitrogênio derivado do material vegetal incorporado nas formas de amônio, nitrato e orgânico, em relação ao nitrogênio total recuperado do solo no experimento instalado na várzea-I.

COLETA (dias)	Nt		N-NH4DMV		N-NO3DMV		NorgDMV	
	µg/g solo	%	µg/g solo	%	µg/g solo	%	µg/g solo	%
15	1306,67 ±47,08	100	1,86 ±0,58	0,14 ±0,04	0,07 ±0,01	0,005 ±0,000	71,40 ±18,59	5,5 ±1,4
34	903,33 ±27,32	100	1,11 ±0,20	0,12 ±0,02	0,97 ±0,46	0,107 ±0,050	47,92 ±15,30	5,3 ±1,7
56	1410,00 ±115,46	100	0,84 ±0,05	0,06 ±0,01	0,18 ±0,10	0,013 ±0,010	45,65 ±3,34	3,2 ±0,4
82	1086,67 ±179,22	100	1,51 ±0,55	0,14 ±0,06	1,70 ±0,92	0,156 ±0,09	40,12 ±8,89	3,7 ±1,0
110	1083,33 ±118,08	100	1,17 ±0,32	0,11 ±0,03	0,06 ±0,02	0,006 ±0,000	38,77 ±5,79	3,6 ±0,7

- os resultados representam a média e desvio padrão da média (m±s.e.) de três repetições, sendo o valor de s.e. obtido pela teoria de propagação de erros.

Apêndice 21: Frações do nitrogênio do solo nas formas de amônio, nitrato e orgânico, em relação ao nitrogênio total recuperado do solo no experimento instalado na várzea-II.

COLETA (dias)	Nt		N-NH ₄		N-NO ₃		Norg	
	µg/g solo	%	µg/g solo	%	µg/g solo	%	µg/g solo	%
15	200,00 ±43,64	100	1,90 ±0,09	0,9 ±0,2	0,50 ±0,02	0,2 ±0,1	197,60 ±43,64	99,0 ±30,7
43	353,33 ±41,01	100	2,37 ±0,14	0,7 ±0,1	0,00 ±0,00	0,0 ±0,0	350,96 ±41,01	99,3 ±16,4
74	273,33 ±24,06	100	2,97 ±0,19	1,1 ±0,1	0,58 ±0,06	0,2 ±0,0	269,78 ±24,06	98,7 ±12,4

- os resultados representam a média e desvio padrão da média (m±s.e.) de três repetições, sendo o valor de s.e. obtido pela teoria de propagação de erros.

Apêndice 22: Frações do nitrogênio derivado do material vegetal incorporado nas formas de amônio, nitrato e orgânico, em relação ao nitrogênio total recuperado do solo no experimento instalado na várzea-II.

COLETA (dias)	Nt		N-NH ₄ DMV		N-NO ₃ DMV		NorgDMV	
	µg/g solo	%	µg/g solo	%	µg/g solo	%	µg/g solo	%
15	200,00 ±43,64	100	0,42 ±0,06	0,21 ±0,05	0,01 ±0,00	0,005 ±0,000	29,57 ±5,78	14,8 ±4,3
43	353,33 ±41,01	100	0,65 ±0,18	0,18 ±0,06	0,00 ±0,00	0,000 ±0,000	52,68 ±6,67	14,9 ±2,6
74	273,33 ±24,06	100	0,99 ±0,11	0,36 ±0,05	0,01 ±0,00	0,004 ±0,000	42,33 ±8,80	15,5 ±3,5

- os resultados representam a média e desvio padrão da média (m±s.e.) de três repetições, sendo o valor de s.e. obtido pela teoria de propagação de erros.

Apêndice 23 : Frações do nitrogênio do solo nas formas de amônio, nitrato e orgânico, em relação ao nitrogênio total recuperado do solo no experimento instalado na floresta natural.

COLETA (dias)	Nt		N-NH ₄		N-NO ₃		Norg	
	µg/g solo	%	µg/g solo	%	µg/g solo	%	µg/g solo	%
15	1603,33 ±138,77	100	17,58 ±4,42	1,1 ±0,3	4,40 ±1,60	0,3 ±0,1	1581,35 ±138,85	98,6 ±12,2
30	1506,67 ±136,58	100	22,15 ±1,40	1,5 ±0,2	1,16 ±0,17	0,1 ±0,0	1483,36 ±136,59	98,4 ±12,7
60	1463,33 ±159,39	100	34,46 ±4,81	2,3 ±0,4	3,20 ±1,81	0,2 ±0,1	1425,67 ±159,47	97,4 ±15,2
90	1703,33 ±102,81	100	39,32 ±2,17	2,3 ±0,2	1,53 ±0,33	0,1 ±0,0	1662,48 ±102,80	97,6 ±8,4

- os resultados representam a média e desvio padrão da média (m±s.e.) de três repetições, sendo o valor de s.e. obtido pela teoria de propagação de erros.

Apêndice 24 : Frações do nitrogênio derivado do material vegetal incorporado nas formas de amônio, nitrato e orgânico, em relação ao nitrogênio total recuperado do solo no experimento instalado na floresta natural..

COLETA (dias)	Nt		N-NH ₄ DMV		N-NO ₃ DMV		NorgDMV	
	µg/g solo	%	µg/g solo	%	µg/g solo	%	µg/g solo	%
15	1603,33 ±138,77	100	1,55 ±0,32	0,10 ±0,02	0,46 ±0,27	0,029 ±0,020	44,66 ±17,66	2,79 ±1,13
30	1506,67 ±136,58	100	3,09 ±0,74	0,21 ±0,05	0,03 ±0,01	0,002 ±0,000	23,55 ±6,71	1,56 ±0,47
60	1463,33 ±159,39	100	3,50 ±0,57	0,24 ±0,05	0,22 ±0,19	0,015 ±0,010	29,61 ±6,70	2,02 ±0,51
90	1703,33 ±102,81	100	3,34 ±0,76	0,20 ±0,05	0,05 ±0,02	0,003 ±0,000	46,61 ±17,36	2,74 ±1,03

- os resultados representam a média e desvio padrão da média (m±s.e.) de três repetições, sendo o valor de s.e. obtido pela teoria de propagação de erros.

Apêndice 25 : Frações do nitrogênio do solo nas formas de amônio, nitrato e orgânico, em relação ao nitrogênio total recuperado do solo no experimento instalado na pastagem.

COLETA (dias)	Nt		N-NH ₄		N-NO ₃		Norg	
	µg/g solo	%	µg/g solo	%	µg/g solo	%	µg/g solo	%
15	1343,33 ±122,66	100	15,10 ±1,70	1,1 ±0,2	2,10 ±1,14	0,2 ±0,1	1326,13 ±122,68	98,7 ±9,2
30	1110,00 ±73,80	100	13,00 ±2,57	1,2 ±0,2	3,11 ±1,64	0,3 ±0,1	1093,89 ±73,86	98,5 ±9,3
60	1526,67 ±82,63	100	23,37 ±3,11	1,5 ±0,2	1,55 ±0,22	0,1 ±0,0	1501,75 ±82,69	98,4 ±7,6
90	1630,00 ±162,78	100	20,87 ±8,18	1,3 ±0,5	4,95 ±2,53	0,3 ±0,2	1604,18 ±163,01	98,4 ±14,0

- os resultados representam a média e desvio padrão da média (m±s.e.) de três repetições, sendo o valor de s.e. obtido pela teoria de propagação de erros.

Apêndice 26 : Frações do nitrogênio derivado do material vegetal incorporado nas formas de amônio, nitrato e orgânico, em relação ao nitrogênio total recuperado do solo no experimento instalado na pastagem.

COLETA (dias)	Nt		N-NH ₄ DMV		N-NO ₃ DMV		NorgDMV	
	µg/g solo	%	µg/g solo	%	µg/g solo	%	µg/g solo	%
15	1343,33 ±122,66	100	1,51 ±0,55	0,11 ±0,04	0,08 ±0,06	0,006 ±0,000	16,08 ±7,91	1,2 ±0,6
30	1110,00 ±73,80	100	1,31 ±0,27	0,12 ±0,03	0,43 ±0,38	0,039 ±0,030	18,26 ±0,47	1,6 ±0,1
60	1526,67 ±82,63	100	1,19 ±0,42	0,08 ±0,03	0,04 ±0,02	0,003 ±0,000	15,44 ±3,37	1,0 ±0,2
90	1630,00 ±162,78	100	1,38 ±0,52	0,09 ±0,03	0,61 ±0,42	0,037 ±0,030	24,68 ±6,70	1,5 ±0,4

- os resultados representam a média e desvio padrão da média (m±s.e.) de três repetições, sendo o valor de s.e. obtido pela teoria de propagação de erros.

Apêndice 27 : Frações do nitrogênio do solo nas formas de amônio, nitrato e orgânico, em relação ao nitrogênio total recuperado do solo no experimento instalado na cultura perene.

COLETA (dias)	Nt		N-NH ₄		N-NO ₃		Norg	
	µg/q solo	%	µg/q solo	%	µg/q solo	%	µg/q solo	%
15	1273,33 ±41,01	100	34,37 ±4,35	2,7 ±0,3	1,82 ±0,29	0,1 ±0,0	1237,14 ±41,24	97,2 ±4,5
30	1440,00 ±125,05	100	33,38 ±5,07	2,3 ±0,4	1,46 ±0,58	0,1 ±0,0	1405,16 ±125,15	97,5 ±12,1
60	1676,67 ±37,16	100	69,23 ±12,49	4,1 ±0,7	12,11 ±8,89	0,7 ±0,5	1595,33 ±40,20	95,1 ±3,2
90	1630,00 ±125,18	100	39,90 ±16,65	2,4 ±1,0	8,81 ±6,58	0,5 ±0,4	1581,29 ±126,45	97,0 ±10,8

- os resultados representam a média e desvio padrão da média (m±s.e.) de três repetições, sendo o valor de s.e. obtido pela teoria de propagação de erros.

Apêndice 28 : Frações do nitrogênio derivado do material vegetal incorporado nas formas de amônio, nitrato e orgânico, em relação ao nitrogênio total recuperado do solo no experimento instalado na cultura perene.

COLETA (dias)	Nt		N-NH ₄ DMV		N-NO ₃ DMV		NorgDMV	
	µg/q solo	%	µg/q solo	%	µg/q solo	%	µg/q solo	%
15	1273,33 ±41,01	100	18,52 ±5,24	1,45 ±0,41	0,13 ±0,03	0,01 ±0,10	48,02 ±18,42	3,8 ±1,4
30	1440,00 ±125,05	100	16,39 ±3,00	1,14 ±0,23	0,10 ±0,03	0,01 ±0,00	40,18 ±9,33	2,8 ±0,7
60	1676,67 ±37,16	100	16,36 ±6,65	0,98 ±0,40	2,97 ±2,13	0,18 ±0,13	54,00 ±16,14	3,2 ±1,0
90	1630,00 ±125,18	100	11,39 ±5,53	0,70 ±0,34	2,54 ±2,08	0,16 ±0,13	49,40 ±14,60	3,0 ±0,9

- os resultados representam a média e desvio padrão da média (m±s.e.) de três repetições, sendo o valor de s.e. obtido pela teoria de propagação de erros.

Apêndice 29 : Recuperação do nitrogênio derivado do material vegetal incorporado e as perdas de nitrogênio do sistema em

COLETA (dias)	NIDMV		N-NH ₄ DMV		N-NO ₃ DMV		NorgDMV		Perdas	
	µg/g solo	%	µg/g solo	%	µg/g solo	%	µg/g solo	%	%	%
15	30150 ±7870	127,8 ±34,5	735,7 ±246,8	3,1 ±1,1	27,0 ±2,9	0,1 ±0,0	29390 ±7873	124,6 ±34,5	-28,0 ±34,5	
34	21460 ±6700	91,0 ±29,1	471,4 ±75,3	2,0 ±0,3	425,7 ±200,6	1,8 ±0,9	20560 ±6703	87,2 ±29,0	9,0 ±34,5	
56	18390 ±1540	78,0 ±8,4	331,6 ±34,1	1,4 ±0,2	69,3 ±34,1	0,3 ±0,1	17990 ±1540	76,3 ±8,4	22,0 ±8,4	
82	18840 ±2710	79,9 ±12,7	621,1 ±182,2	2,6 ±0,8	788,2 ±454,3	3,3 ±1,9	17450 ±2753	74,0 ±12,7	20,1 ±12,7	
110	17140 ±2200	72,7 ±10,6	490,4 ±150,3	2,1 ±0,6	27,3 ±9,7	0,1 ±0,0	16620 ±2205	70,5 ±10,5	27,3 ±10,5	

- material vegetal incorporado por microlísimetro: 23590 µg de nitrogênio

- os resultados representam a média e desvio padrão da média (m ± s.e.) de três repetições, sendo o valor de s.e. obtido pela teoria de propagação de erros.

Apêndice 30 : Recuperação do nitrogênio derivado do material vegetal incorporado e as perdas de nitrogênio do sistema em função do tempo, para o experimento instalado na várzea-II.

COLETA (dias)	N1DMV		N-NH4DMV		N-N03DMV		NorgDMV		Perdas	
	µg/g solo	%	µg/g solo	%	µg/g solo	%	µg/g solo	%	µg/g solo	%
15	16000 ±2840	63,0 ±11,2	196,4 ±32,7	0,8 ±0,1	6,55 ±2,33	0,03 ±0,01	15800 ±2840	62,2 ±11,2	37,0 ±11,2	
43	22350 ±2530	88,0 ±10,0	274,3 ±92,5	1,1 ±0,4	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	22070 ±2531	86,9 ±10,0	12,0 ±10,0	
74	18360 ±3400	72,3 ±13,4	421,0 ±23,6	1,7 ±0,1	5,32 ±0,70	0,02 ±0,00	17930 ±3400	70,6 ±13,4	27,8 ±13,4	

-material vegetal incorporado por microlisímetro: 23400µg de nitrogênio

-os resultados representam a média e desvio padrão da média (m ± s.e.) de três repetições, sendo o valor de s.e. obtido pela teoria de propagação de erros.

Apêndice 31 : Recuperação do nitrogênio derivado do material vegetal incorporado e as perdas de nitrogênio do sistema em função do tempo, para o experimento instalado na floresta natural.

COLETA (dias)	NtDMV		N-NH4DMV		N-NO3DMV		NorgDMV		Perdas	
	μg/g solo	%	μg/g solo	%	μg/g solo	%	μg/g solo	%	μg/g solo	%
15	29010 ±10250	95,8 ±34,1	1003 ±215	3,3 ±0,7	300,8 ±185,7	1,0 ±0,6	27710 ±10254	91,5 ±34,1	4,2 ±34,1	
30	23860 ±5520	78,8 ±18,5	2505 ±693	8,3 ±2,3	27,7 ±7,8	0,1 ±0,0	21320 ±5563	70,4 ±18,6	21,2 ±18,5	
60	27990 ±4680	92,5 ±15,9	2675 ±409	8,8 ±1,4	170,7 ±148,5	0,6 ±0,5	25150 ±4700	83,1 ±15,9	7,5 ±15,9	
90	37380 ±11340	123,0 ±37,8	2760 ±741	9,1 ±2,5	42,3 ±24,9	0,1 ±0,1	34580 ±11364	113,8 ±37,8	-23,0 ±37,8	

- material vegetal incorporado por microlisímetro: 30270 μg de nitrogênio

- os resultados representam a média e desvio padrão da média (m ± s.e.) de três repetições, sendo o valor de s.e. obtido pela teoria de propagação de erros.

Apêndice 32 : Recuperação do nitrogênio derivado do material vegetal incorporado e as perdas de nitrogênio do sistema em função do tempo, para o experimento instalado na pastagem.

COLETA (Dias)	NtDMV		N - NH4DMV		N - NO3DMV		NorgDMV		Perdas	
	$\mu\text{g/g solo}$	%	$\mu\text{g/g solo}$	%	$\mu\text{g/g solo}$	%	$\mu\text{g/g solo}$	%	$\mu\text{g/g solo}$	%
15	13180 ± 5980	43,5 $\pm 19,8$	1126,7 $\pm 367,2$	3,7 $\pm 1,2$	52,7 $\pm 43,3$	0,2 $\pm 0,1$	12000 ± 5991	39,6 $\pm 19,8$	56,5 $\pm 19,8$	
30	15170 ± 2300	50,1 $\pm 7,8$	1109,2 $\pm 259,5$	3,7 $\pm 0,9$	326,2 $\pm 287,6$	1,1 $\pm 0,9$	13720 ± 2332	45,3 $\pm 7,9$	49,9 $\pm 7,8$	
60	13430 ± 3880	44,4 $\pm 12,9$	988,9 $\pm 365,7$	3,3 $\pm 1,2$	27,6 $\pm 11,0$	0,1 $\pm 0,0$	12400 ± 3897	41,0 $\pm 13,0$	55,6 $\pm 12,9$	
90	21850 ± 5110	72,2 $\pm 17,1$	1215,6 $\pm 463,0$	4,0 $\pm 1,5$	514,2 $\pm 350,1$	1,7 $\pm 1,2$	20120 ± 5143	66,5 $\pm 17,2$	27,8 $\pm 17,1$	

-material vegetal incorporado por microlisímetro: 30270 μg de nitrogênio

-os resultados representam a média e desvio padrão da média ($m \pm s.e.$) de três repetições, sendo o valor de s.e. obtido pela teoria de propagação de erros.

Apêndice 33: Recuperação do nitrogênio derivado do material vegetal incorporado e as perdas de nitrogênio do sistema em função do tempo, para o experimento instalado na cultura perene.

COLÉTA (dias)	NIDMIV		N-NH4DMIV		N-NO3DMIV		MorgDMIV		Perdas	
	µg/g solo	%	µg/g solo	%	µg/g solo	%	µg/g solo	%	µg/g solo	%
15	57170 ±10960	68,3 ±13,1	15777 ±4703	18,8 ±5,6	113,6 ±33,0	0,1 ±0,0	41350 ±11926	49,4 ±14,2	31,7 ±13,1	
30	53860 ±4190	64,3 ±5,0	15340 ±2921	18,3 ±3,5	98,6 ±32,3	0,1 ±0,0	38450 ±5108	45,9 ±6,1	35,7 ±5,0	
60	52880 ±9350	63,2 ±11,2	12338 ±5039	14,7 ±6,0	1990,4 ±1312,4	2,4 ±1,6	38570 ±10702	46,1 ±12,8	36,8 ±11,2	
90	56890 ±12890	67,9 ±15,4	10124 ±8751	12,0 ±6,0	2241,7 ±1841,6	2,7 ±2,2	44570 ±13967	53,2 ±16,7	32,1 ±15,4	

- material vegetal incorporado por microliquímetro: 83720 µg de nitrogênio

- os resultados representam a média e desvio padrão da média (m ± s.e.) de três repetições, sendo o valor da s.e. obtido pela teoria de propagação de erros.