



UNIVERSIDADE ESTADUAL VALE DO ACARAÚ
PROGRAMA DE MESTRADO EM ZOOTECNIA

**PRODUÇÃO E DEGRADAÇÃO DA SERRAPILHEIRA DE ESPÉCIES
LENHOSAS DA CAATINGA E SUA CONTRIBUIÇÃO NA RECUPERAÇÃO
DE ÁREAS DEGRADADAS**

ANA CLÁUDIA ALVES PRIMO

SOBRAL – CE
JULHO – 2016

ANA CLÁUDIA ALVES PRIMO

**PRODUÇÃO E DEGRADAÇÃO DA SERRAPILHEIRA DE ESPÉCIES LENHOSAS
DA CAATINGA E SUA CONTRIBUIÇÃO NA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS
DEGRADADAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Zootecnia, da Universidade Estadual Vale do Acaraú, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Zootecnia.

Área de concentração: Forragicultura e Pastagens

**ORIENTADOR:
HENRIQUE ANTUNES DE SOUZA**

**CO-ORIENTADOR:
ROBERTO CLÁUDIO FERNANDES FRANCO POMPEU**

**SOBRAL – CE
JULHO – 2016**

CIP - BRASIL. CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Universidade Estadual Vale do Acaraú

Sistema de Bibliotecas

Primo, Anacláudia Alves

Produção e degradação da serrapilheira de espécies lenhosas da caatinga e sua contribuição na recuperação de áreas degradadas [recurso eletrônico] / Anacláudia Alves Primo. -- Sobral, 2016.

1 CD-ROM : il. ; 4^{3/4} pol.

CD-ROM contendo o arquivo em formato pdf do trabalho acadêmico com 154 folhas.

Orientador: Pesq. Dr. Henrique Antunes de Souza.

Co-Orientador: Pesq. Dr. Roberto Cláudio Fernandes Franco Pompeu

Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Vale do Acaraú / Centro de Ciências Agrárias e Biológicas / Mestrado em Zootecnia, 2016.

1.Ciclagem de nutrientes 2. Semiárido 3. Sistemas Agroflorestais I. Título

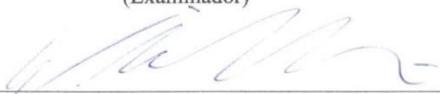
ANACLÁUDIA ALVES PRIMO

**PRODUÇÃO E DEGRADAÇÃO DA SERRAPILHEIRA DE ESPÉCIES LENHOSAS
DA CAATINGA E SUA CONTRIBUIÇÃO NA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS
DEGRADADAS**

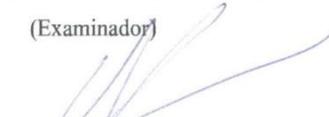
Dissertação defendida e aprovada em 22/07/2016 pela Comissão
Examinadora constituída por:



Dr. Francisco Éden Paiva Fernandes
Embrapa Caprinos e Ovinos – EMBRAPA
(Examinador)



Dr. William Natale
Universidade Federal do Ceará – UFC
(Examinador)



Dr. Henrique Antunes de Souza
Embrapa Meio Norte – EMBRAPA
(Presidente)

SOBRAL – CE
JULHO – 2016

A Deus pelo dom da vida, por estar sempre comigo renovando minhas forças e esperanças a cada dia que renasce e por tudo que conquistei até aqui.

Ao meu amado pai, *Francisco*, a minha mãezinha *Francisca*, a minha querida irmã *Ana Flávia* e ao meu lindo e amado sobrinho *João Lucas*. Pelo amor, carinho e afeto e além de tudo por sempre acreditarem em mim, nunca me fazendo desistir nos momentos mais difíceis e por representarem tudo na minha vida. Amo vocês.

Ao meu orientador *Dr. Henrique* pela oportunidade, confiança, pelo apoio e aprendizagem e por ser esse exemplo de profissional e de pessoa.

Dedico

OFEREÇO

À minha família, meus amigos e meu orientador.

AGRADECIMENTOS

Ao meu DEUS fiel, esse ser maior que me dá força e proteção, sempre me guiando para o caminho do bem, que nos momentos que mais preciso, sempre está comigo iluminando minha vida e renovando minha fé.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo auxílio financeiro. E ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia em nome das instituições: Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA) pela oportunidade de realização do mestrado e a Embrapa Caprinos e Ovinos pela estrutura cedida e apoio na condução dessa pesquisa.

Aos meus amorosos pais *Francisco* e *Francisca (D. Nenén)*, a minha amada irmã *Ana Flávia (Nenén)* e o meu lindo sobrinho *João Lucas*, pelo amor e dedicação, por sempre acreditarem no meu potencial, por tudo que sempre fazem por mim, toda minha luta e meu esforço é por vocês.

Ao meu orientador *Dr. Henrique Antunes* pela paciência na orientação, pelos ensinamentos, pela confiança e oportunidade que me deu de trabalhar na sua equipe. Por todas as palavras de apoio nos momentos difíceis, pela oportunidade de me fazer crescer profissionalmente todas as vezes que me tirou da minha “zona de conforto”, saiba que esses foram os momentos que mais evolui como pessoa á como profissional. Obrigada pelo exemplo de pessoa, de profissional e de orientador.

Ao meu co-orientador *Dr. Roberto Pompeu* pelos ensinamentos e ajuda nos momentos que precisei e a todos os colegas pesquisadores da Embrapa Caprinos e Ovinos que de alguma forma contribuíram para esta conquista.

Aos meus professores do mestrado pela aprendizagem e ensinamentos em especial minha professora *Cellyneude* pela força e apoio no difícil início do mestrado.

Aos convidados da minha banca *Dr. William Natale* e *Dr. Éden Fernandes* pela disponibilidade.

Aos meus amados amigos das épocas de facul que vão ficar para vida, bests *Dauana*, *Laninha*, *Pedro* e *Jamile* e de Apto *Maria Jéssica* obrigada pelos momentos incríveis de alegria, convivência, apoio nesse momento único, ajuda mútua e pela amizade verdadeira.

Aos amigos conquistados na Embrapa, aos que passaram pela equipe solos *Kioma*, *Tibério*, *Ademir*, *Karla*, *Catiana*, *Ludmyla*, *Brena* e aos que contribuíram na condução deste ensaio. Em especial as “lindinhas da forragem” *MSc Grazi* e as futuras mestres *Diana* e *Ivanderlete* pelo companheirismo, amizade, força, apoio, conversas, momentos tristes (superados) e alegres, além da ajuda nos experimentos, análises e nos momentos que mais preciso.

Ao meu amigo *MSc Lucas* pelos abstracts, pela força e apoio mesmo que distante e por sempre estar disponível para ajudar em todos os momentos.

Ao pesquisador *Dr. Tony Jarbas* da Embrapa Semiárido pelo auxílio na classificação do solo.

Ao *Sr. Fábio* e *Sr. Filomeno* pela grandiosa ajuda no campo experimental. À *Dona Liduína* pela valiosa ajuda nas análises laboratoriais. À bibliotecária da Embrapa *Dona Tânia* pela ajuda na busca bibliográfica.

MUITO OBRIGADA!!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	XI
LISTA DE FIGURAS	XV
RESUMO GERAL	19
GENERAL ABSTRACT.....	20
CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	21
CAPÍTULO I – REFERENCIAL TEÓRICO	22
1. INTRODUÇÃO	23
2. BIOMA CAATINGA.....	23
2.1. Composição florística da caatinga	24
3. CICLAGEM DE NUTRIENTES EM ECOSISTEMAS FLORESTAIS E AGROFLORESTAIS	27
3.1. Produção de serrapilheira.....	30
3.2. Degradação da serrapilheira e liberação de nutrientes.....	31
3.3. Contribuição da serrapilheira na recuperação de áreas degradadas.....	32
CAPÍTULO II – PRODUÇÃO DE SERRAPILHEIRA E APORTE DE NUTRIENTES DE ESPÉCIES LENHOSAS DA CAATINGA	37
RESUMO	38
ABSTRACT	39
1. INTRODUÇÃO	40
2. MATERIAL E MÉTODOS	41
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
4. CONCLUSÃO	61
REFERÊNCIAS	61
CAPÍTULO III – DEGRADAÇÃO E LIBERAÇÃO DE NUTRIENTES DA SERRAPILHEIRA DE ESPÉCIES LENHOSAS DA CAATINGA.....	64
RESUMO	65
1. INTRODUÇÃO	67

2. MATERIAL E MÉTODOS	68
3. RESULTADOS.....	70
<i>Teor</i>	70
<i>Taxa de degradação</i>	92
4. DISCUSSÃO.....	109
<i>Teor</i>	109
<i>Taxa de degradação</i>	111
5. CONCLUSÃO	115
REFERÊNCIAS	115
CAPÍTULO IV – POTENCIAL FERTILIZANTE DA SERRAPILHEIRA DE ESPÉCIES LENHOSAS DA CAATINGA NA RECUPERAÇÃO DE UM SOLO DEGRADADO	118
RESUMO	119
ABSTRACT	120
1. INTRODUÇÃO	121
2. MATERIAL E MÉTODOS	122
3. RESULTADOS.....	126
4. DISCUSSÃO.....	144
<i>Solo</i>	144
<i>Planta</i>	147
5. CONCLUSÕES.....	149
REFERÊNCIAS	149
ANEXO (I).....	153
ANEXO (II).....	154

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II

Tabela 1 - Valores médios do diâmetro à altura do peito (DAP) e dos raios e áreas de projeção da copa de oito espécies lenhosas da caatinga	44
Tabela 2 - Total acumulado de macro e micronutrientes e biomassa da serrapilheira das oito espécies estudadas no ano de 2015	51
Tabela 3 - Acúmulo de nutrientes e biomassa da serrapilheira de oito espécies da Caatinga nos períodos seco e chuvoso	53
Tabela 4 - Valores médios das frações de serrapilheira produzida para cada espécie por área de copa (período de doze meses)	60

CAPÍTULO III

Tabela 1 – Atributos químicos do solo coletado na área experimental	68
Tabela 2 – Valores médios dos macro e micronutrientes, celulose, lignina, carbono e das relações celulose/nitrogênio, lignina/nitrogênio e carbono/nitrogênio dos resíduos de serrapilheira das 8 espécies utilizadas no tempo zero	71
Tabela 3 – Valores médios, teste de F e coeficiente de variação para as variáveis biomassa, celulose, lignina, carbono, macro e micronutrientes, relação celulose/nitrogênio, lignina/nitrogênio e carbono/nitrogênio das folhas de serrapilheira do mofumbo.....	73
Tabela 4 – Valores médios, teste de F e coeficiente de variação para as variáveis biomassa, celulose, lignina, carbono, macro e micronutrientes relação celulose/nitrogênio, lignina/nitrogênio e carbono/nitrogênio das folhas de serrapilheira do sabiá.....	75
Tabela 5 – Valores médios, teste de F e coeficiente de variação para as variáveis biomassa, celulose, lignina, carbono, macro e micronutrientes relação celulose/nitrogênio, lignina/nitrogênio e carbono/nitrogênio das folhas de serrapilheira da jurema-preta.....	77
Tabela 6 – Valores médios, teste de F e coeficiente de variação para as variáveis biomassa, celulose, lignina, carbono, macro e micronutrientes relação celulose/nitrogênio, lignina/nitrogênio e carbono/nitrogênio das folhas de serrapilheira do jucá	80

Tabela 7 – Valores médios, teste de F e coeficiente de variação para as variáveis biomassa, celulose, lignina, carbono, macro e micronutrientes relação celulose/nitrogênio, lignina/nitrogênio e carbono/nitrogênio das folhas de serrapilheira da catingueira.....	82
Tabela 8 – Valores médios, teste de F e coeficiente de variação para as variáveis biomassa, celulose, lignina, carbono, macro e micronutrientes relação celulose/nitrogênio, lignina/nitrogênio e carbono/nitrogênio das folhas de serrapilheira do pereiro.....	85
Tabela 9 – Valores médios, teste de F e coeficiente de variação para as variáveis biomassa, celulose, lignina, carbono, macro e micronutrientes relação celulose/nitrogênio, lignina/nitrogênio e carbono/nitrogênio das folhas de serrapilheira do pau-branco	89
Tabela 10 – Valores médios, teste de F e coeficiente de variação para as variáveis biomassa, celulose, lignina, carbono, macro e micronutrientes relação celulose/nitrogênio, lignina/nitrogênio e carbono/nitrogênio das folhas de serrapilheira do marmeleiro.....	91
Tabela 11 – Constante de decomposição (k) e tempo de meia-vida ($T_{1/2}$) da biomassa, celulose, lignina e carbono das folhas de serrapilheira de espécies lenhosas da caatinga no período de 150 dias.....	104
Tabela 12 - Constante de decomposição (k) e tempo de meia-vida ($T_{1/2}$) dos macronutrientes das folhas de serrapilheira de espécies lenhosas da Caatinga no período de 150 dias.....	106
Tabela 13 - Constante de decomposição (k) e tempo de meia-vida ($T_{1/2}$) dos micronutrientes das folhas da serrapilheira de espécies lenhosas da Caatinga no período de 150 dias.....	108

CAPÍTULO IV

Tabela 1 - Atributos químicos e granulométricos do solo utilizado no ensaio.....	122
Tabela 2 - Valores médios dos macro e micronutrientes, celulose, lignina e carbono e das relações lignina/nitrogênio e carbono/nitrogênio dos resíduos da serrapilheira de oito espécies da Caatinga.....	124

Tabela 3 – Valores médios, teste F e coeficiente de variação para os atributos químicos do solo em função da aplicação de doses de resíduos de serrapilheira de mofumbo na cultura do sorgo	126
Tabela 4 – Valores médios, teste F e coeficiente de variação para as variáveis biométricas (altura, diâmetro e número de folhas), teor relativo de clorofila (TRC), massa seca total (MS total) e acúmulo de nitrogênio de plantas de sorgo em função da aplicação de doses de resíduos de serrapilheira do mofumbo	127
Tabela 5 – Valores médios, teste F e coeficiente de variação para os atributos químicos do solo em função da aplicação de doses de resíduos de serrapilheira de sabiá na cultura do sorgo	128
Tabela 6 – Valores médios, teste F e coeficiente de variação para as variáveis biométricas (altura, diâmetro e número de folhas), teor relativo de clorofila (TRC), massa seca total (MS total) e acúmulo de nitrogênio de plantas de sorgo em função da aplicação de doses de resíduos de serrapilheira de sabiá.....	129
Tabela 7 – Valores médios, teste F e coeficiente de variação para os atributos químicos do solo em função da aplicação de doses de resíduos de serrapilheira de jurema-preta na cultura do sorgo	130
Tabela 8 – Valores médios, teste F e coeficiente de variação para as variáveis biométricas (altura, diâmetro e número de folhas), teor relativo de clorofila (TRC), massa seca total (MS total) e acúmulo de nitrogênio de plantas de sorgo em função da aplicação de doses de resíduos de serrapilheira de jurema-preta	131
Tabela 9 – Valores médios, teste F e coeficiente de variação para os atributos químicos do solo em função da aplicação de doses de resíduos de serrapilheira do jucá na cultura do sorgo	132
Tabela 10 – Valores médios, teste F e coeficiente de variação para as variáveis biométricas (altura, diâmetro e número de folhas), teor relativo de clorofila (TRC), massa seca total (MS total) e acúmulo de nitrogênio de plantas de sorgo em função da aplicação de doses de resíduos de serrapilheira do jucá.....	133
Tabela 11 – Valores médios, teste F e coeficiente de variação para os atributos químicos do solo em função da aplicação de doses de resíduos de serrapilheira da catingueira na cultura do sorgo.....	134
Tabela 12 – Valores médios, teste F e coeficiente de variação para as variáveis biométricas (altura, diâmetro e número de folhas), teor relativo de clorofila (TRC),	

massa seca total (MS total) e acúmulo de nitrogênio de plantas de sorgo em função da aplicação de doses de resíduos de serrapilheira da catingueira	135
Tabela 13 – Valores médios, teste F e coeficiente de variação para os atributos químicos do solo em função da aplicação de doses de resíduos de serrapilheira do pereiro na cultura do sorgo	136
Tabela 14 – Valores médios, teste F e coeficiente de variação para as variáveis biométricas (altura, diâmetro e número de folhas), teor relativo de clorofila (TRC), massa seca total (MS total) e acúmulo de nitrogênio de plantas de sorgo em função da aplicação de doses de resíduos de serrapilheira do pereiro	138
Tabela 15 – Valores médios, teste F e coeficiente de variação para os atributos químicos do solo em função da aplicação de doses de resíduos de serrapilheira do pau-branco na cultura do sorgo.....	138
Tabela 16 – Valores médios, teste F e coeficiente de variação para as variáveis biométricas (altura, diâmetro e número de folhas), teor relativo de clorofila (TRC), massa seca total (MS total) e acúmulo de nitrogênio de plantas de sorgo em função da aplicação de doses de resíduos de serrapilheira do pau-branco.....	140
Tabela 17 – Valores médios, teste F e coeficiente de variação para os atributos químicos do solo em função da aplicação de doses de resíduos de serrapilheira do marmeleiro na cultura do sorgo	142
Tabela 18 – Valores médios, teste F e coeficiente de variação para as variáveis biométricas (altura, diâmetro e número de folhas), teor relativo de clorofila (TRC), massa seca total (MS total) e acúmulo de nitrogênio de plantas de sorgo em função da aplicação de doses de resíduos de serrapilheira do marmeleiro	143

ANEXO

Tabela 1 - Teores médios de macro e micronutrientes da serrapilheira das oito espécies estudadas no ano de 2015	153
Tabela 2 - Atributos químicos e granulométricos de trincheira aberta próxima a área de coleta do solo da área para a experimentação, Irauçuba-CE	154

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1 - Mecanismos envolvidos na ciclagem de nutrientes via serrapilheira (Andrade et al., 1999; Andrade et al., 2003).	28
---	----

CAPITULO II

Figura 1 – Mapa da área experimental. (A) mofumbo, (B) sabiá, (C) jurema-preta, (D) jucá, (E) catingueira, (F) pereiro, (G) pau-branco e (H) marmeleiro.	41
Figura 2 - Dados pluviométricos registrados durante o ano de 2015.	42
Figura 3 - Produção mensal de serrapilheira das espécies mofumbo (A), sabiá (B), jurema-preta (C), jucá (D), catingueira (E), pereiro (F), pau-branco (G) e marmeleiro (H) em área de sistema agrossilvipastoril.	46
Figura 4 - Porcentagem de serrapilheira das frações folhas, caule, material reprodutivo e miscelânea das espécies mofumbo (A), sabiá (B), jurema-preta (C), jucá (D), catingueira (E), pereiro (F), pau-branco (G) e marmeleiro (H) em área de sistema agrossilvipastoril.	48
Figura 5 – Acúmulo mensal de macronutrientes (A) e micronutrientes (B) da serrapilheira do mofumbo no ano de 2015.	54
Figura 6 - Acúmulo mensal de macronutrientes (A) e micronutrientes (B) da serrapilheira do sabiá no ano de 2015.	55
Figura 7 - Acúmulo mensal de macronutrientes (A) e micronutrientes (B) da serrapilheira de jurema-preta no ano de 2015.	55
Figura 8 - Acúmulo mensal de macronutrientes (A) e micronutrientes (B) da serrapilheira de jucá no ano de 2015.	56
Figura 9 - Acúmulo mensal de macronutrientes (A) e micronutrientes (B) da serrapilheira de catingueira no ano de 2015.	57
Figura 10 - Acúmulo mensal de macronutrientes (A) e micronutrientes (B) da serrapilheira de pereiro no ano de 2015.	57
Figura 11 - Acúmulo mensal de macronutrientes (A) e micronutrientes (B) da serrapilheira do pau-branco no ano de 2015.	58
Figura 12 - Acúmulo mensal de macronutrientes (A) e micronutrientes (B) da serrapilheira do marmeleiro no ano de 2015.	58

CAPÍTULO III

- Figura 1** – Valores de decomposição da biomassa (A), lignina (B) e relação C/N (C) das folhas de serrapilheira do mofumbo no período de 150 dias. ** - significativo a 1% de probabilidade. 74
- Figura 2** - Valores de decomposição da biomassa (A), teor de fósforo (B) e relação lignina/N (C) das folhas de serrapilheira do sabiá no período de 150 dias. ** - significativo a 1% de probabilidade. 76
- Figura 3** - Valores de decomposição da biomassa (A), lignina (B), nitrogênio (C), boro (D), relação celulose/N (E), lignina/N (F) e C/N (G) das folhas de serrapilheira da jurema-preta no período de 150 dias. ** - significativo a 1% de probabilidade. 79
- Figura 4** - Valores de decomposição da biomassa (A), potássio (B), relação celulose/N (C) e C/N (D) das folhas de serrapilheira do jucá no período de 150 dias. ** - significativo a 1% de probabilidade. 81
- Figura 5** - Valores de decomposição da biomassa (A), zinco (B), boro (C), relação celulose/N (D), lignina/N (E) e C/N (F) das folhas de serrapilheira de catingueira no período de 150 dias. ** e * - significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente. 84
- Figura 6** - Valores de decomposição da biomassa (A), lignina (B), nitrogênio (C), potássio (D), cálcio (E), magnésio (F), cobre (G), zinco (H) e das relações celulose/N (I), lignina/N (J) e C/N (K) das folhas de serrapilheira de pereiro no período de 150 dias. ** - significativo a 1% de probabilidade. 88
- Figura 7** - Valores de decomposição da biomassa (A), celulose (B) e cálcio (C) das folhas de serrapilheira de pau-branco no período de 150 dias. ** - significativo a 1% de probabilidade. 90
- Figura 8** - Valores de decomposição da biomassa das folhas de serrapilheira de marmeleiro no período de 150 dias. ** - significativo a 1% de probabilidade. 92
- Figura 9** – Biomassa (A), celulose (B), lignina (C) e carbono remanescente (D) da fração folhas da serrapilheira do mofumbo no período de 150 dias. * e ** - significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente. 93
- Figura 10** – Biomassa (A), potássio (B) e celulose remanescente (C) da fração folhas da serrapilheira do sabiá no período de 150 dias. * e ** - significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente. 94

Figura 11 – Biomassa (A), celulose (B), lignina (C), carbono (D), macro e micronutrientes remanescentes da fração folhas de serrapilheira da jurema-preta no período de 150 dias. * e ** - significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente.	97
Figura 12 – Biomassa (A), carbono (B), nitrogênio (C) e potássio remanescente (D) da fração folhas de serrapilheira de jucá no período de 150 dias. * e ** - significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente.	98
Figura 13 – Biomassa (A), celulose (B), carbono (C), nitrogênio (D), fósforo (E), potássio (F), enxofre (G), zinco (H) e manganês remanescente (I) da fração folhas de serrapilheira de catingueira no período de 150 dias. * e ** - significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente.	100
Figura 14 – Biomassa (A), carbono (B), nitrogênio (C), potássio (D) e magnésio remanescente (E) da fração folhas de serrapilheira de pereiro no período de 150 dias. ^{ns} e * - não significativo e significativo a 5 % de probabilidade, respectivamente.....	102
Figura 15 – Biomassa (A), celulose (B), lignina (C), nitrogênio (D) e magnésio remanescente (E) da fração folhas de serrapilheira de pau-branco no período de 150 dias. * e ** - significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente.....	103
Figura 16 – Biomassa (A), celulose (B), lignina (C) e carbono remanescente (D) da fração folhas de serrapilheira de marmeleiro no período de 150 dias. * e ** - significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente.....	104

CAPÍTULO IV

Figura 1 - Concentração de fósforo (A) e potássio (B) em função da aplicação de doses de resíduos de serrapilheira de mofumbo em plantas de sorgo, em Planossolo Nátrico Órtico. ** Significativo a 1%.	127
Figura 2 - Concentração de sódio (A) e porcentagem de sódio trocável (B) em função da aplicação de doses de resíduos de serrapilheira de sabiá em plantas de sorgo, em Planossolo Nátrico Órtico. ** Significativo a 1%.	129
Figura 3 – Efeito da aplicação de doses de resíduos de serrapilheira de sabiá sobre a altura (A) e massa seca total (B) de plantas de sorgo. * Significativo a 5%.	130
Figura 4 – Efeito da aplicação de doses de resíduos de serrapilheira de jurema-preta sobre a massa seca total (A) e acúmulo de nitrogênio (B) de plantas de sorgo. ** Significativo a 1%.	132

Figura 5 - Concentração de potássio (A) e cálcio (B) em função da aplicação de doses de resíduos de serrapilheira de jucá em plantas de sorgo, em Planossolo Nátrico Órtico. ** Significativo a 1%.	133
Figura 6 - Concentração de potássio em função da aplicação de doses de resíduos de serrapilheira de catingueira em plantas de sorgo, em Planossolo Nátrico Órtico. ** Significativo a 1%.	135
Figura 7 - Valores de potássio (A), magnésio (B) e soma de bases (C) em função da aplicação de doses de resíduos de serrapilheira de pereiro em plantas de sorgo, em Planossolo Nátrico Órtico. ** Significativo a 1%.	137
Figura 8 – Valores de potássio (A), soma de bases (B) e capacidade de troca catiônica (C) em função da aplicação de doses de resíduos de serrapilheira do pau-branco em plantas de sorgo, em Planossolo Nátrico Órtico. * e ** Significativo a 5 e 1%.	139
Figura 9 – Efeito da aplicação de doses de resíduos de serrapilheira do pau-branco sobre a altura (A), diâmetro (B), número de folhas (C), massa seca total (D) e acúmulo de nitrogênio (E) de plantas de sorgo. ** Significativo a 1%.	142
Figura 10 – Valores de pH (A), matéria orgânica (B), acidez potencial (C) e saturação por base (D) em função da aplicação de doses de resíduos de serrapilheira do marmeleiro em plantas de sorgo, em Planossolo Nátrico Órtico. ** Significativo a 1%.	143

RESUMO GERAL

O entendimento do fluxo de produção e do aporte de nutrientes via decomposição da serrapilheira e as interações do processo com parâmetros edáficos e ciclagem de nutrientes de espécies nativas da Caatinga têm sido pouco estudados. O conhecimento sobre ciclagem de nutrientes em florestas manejadas também permite inferências sobre as espécies com maior capacidade de reciclagem de nutrientes e seu potencial para recuperação de áreas degradadas. Objetivou-se com isso avaliar a produção e a degradação da serrapilheira de oito espécies lenhosas da Caatinga e mensurar os efeitos de sua aplicação sobre a fertilidade do solo e sobre a produção de sorgo em solo degradado. Para isso realizou-se três ensaios: para o ensaio I quantificou-se a produção de serrapilheira em um delineamento inteiramente casualizado com 6 repetições, por meio da instalação de coletores sob a projeção da copa das espécies (tratamentos): mofumbo, sabiá, jurema-preta, jucá, catingueira, pereiro, pau-branco e marmeleiro, sendo o material coletado mensalmente; foram quantificadas a produção das frações folhas, caule, material reprodutivo, miscelânea e total, bem como o aporte de nutrientes no período chuvoso e seco. Para o ensaio II avaliou-se a taxa de degradação da fração folhas de cada espécie citada por meio da utilização de *litter bags*, em delineamento inteiramente casualizado com 4 repetições, as coletas foram aos 0, 30, 60, 90, 120 e 150 dias, em seguida quantificou-se os macro e micronutrientes, celulose, lignina e carbono em cada tempo de amostragem. Para o ensaio III, realizou-se experimento em casa de vegetação para mensurar os efeitos da aplicação dos resíduos da serrapilheira das mesmas espécies mencionadas nos ensaios anteriores (I e II) sobre a fertilidade do solo e a produção de sorgo em solo degradado, neste experimento adotou-se o delineamento em blocos casualizados com 5 tratamentos e 5 repetições, sendo avaliadas doses equivalentes a: 0, 15, 30, 60 e 120 kg ha⁻¹ de N dos resíduos de cada espécie e um tratamento adicional com adubação mineral, totalizando 30 unidades experimentais para cada espécie. As variáveis mensuradas foram biométricas, biomassa, teor relativo de clorofila e nitrogênio total, além de análises de fertilidade do solo. Com a análise dos dados verificou-se que a época de maior produção de serrapilheira ocorreu no final do período chuvoso para o início do período seco. A espécie jucá apresentou maior produção de serrapilheira, comparado às outras espécies. O nutriente cálcio apresentou maior acúmulo na serrapilheira para as espécies mofumbo, sabiá, catingueira, pereiro e marmeleiro e o nitrogênio foi superior para as espécies jurema-preta, jucá e pau-branco. Para todas as espécies avaliadas no ensaio de degradação houve redução significativa na sua biomassa em relação ao tempo zero, apresentando a seguinte ordem de velocidade de decomposição: jurema-preta > catingueira > pau-branco > jucá > marmeleiro > mofumbo > pereiro > sabiá. No ensaio de fertilização com os resíduos verificou-se que o marmeleiro promoveu efeitos negativos no solo, como acidificação. Porém, a aplicação dos resíduos da espécie pau-branco foi a que promoveu aumento nos valores de K, SB e CEC do solo e na produção do sorgo os resíduos de jurema-preta e pau-branco foram as que promoveram aumento na massa seca das plantas. Enquanto a adubação mineral proporcionou aumento na produção de massa seca do sorgo, demonstrando que a associação entre adubo mineral e o uso da serrapilheira de espécies da Caatinga pode ser uma opção viável para acelerar a recuperação de solos degradados.

Palavras-chave: Ciclagem de nutrientes, semiárido, Sistemas Agroflorestais.

GENERAL ABSTRACT

The understanding of the production flow and nutrient supply via decomposition of litter and process interactions with edaphic parameters and nutrient cycling of native species of the Caatinga has been little studied. The knowledge of nutrient cycling in managed forests also allow inferences about species with capacity greater nutrient recycling capacity and its potential for recovery of degraded areas. This study aimed to evaluate the production and litter degradation 8 woody species of Caatinga and measure the effects of its application on soil fertility and production of sorghum in degraded soil. To this was carried out three tests: for the test I quantified the production of litter in a completely randomized design with 6 replications, by installing collectors under the canopy projection in the species (treatments): mofumbo, sabiá, jurema-preta, jucá, catingueira, pereiro, pau-branco and marmeleiro for each species, and the material collected monthly, were quantified the production of fractions leaves, stem, reproductive material, miscellany and total nutrient intake in the rainy and dry season. For II test evaluated the degradation rate of the fraction leaves through the use of litter bags, in a completely randomized design with 4 replications, the collected was 0, 30, 60, 90, 120 and 150 days and quantitated nutrients, cellulose, lignin and carbon at each evaluation time. For the III test, there was the experiment in a greenhouse to measure the effects of the application of litter waste of the same species of previous tests (I and II) on soil fertility and production of sorghum in degraded soil, was adopted the randomized block design with 5 treatments and 5 replications and evaluated doses equivalent to: 0, 15, 30, 60 and 120 kg ha⁻¹ N of waste each species and an additional treatment with mineral fertilizer, totaling 30 experimental units for each species. Biometric analysis and biomass, relative chlorophyll content and total nitrogen were proceeded. In addition to soil fertility analysis. With the data analysis it was found that the time of greatest litterfall occurred at the end of the rainy season to the beginning of the dry season. The jucá species showed higher production compared to other species. The nutrient calcium had higher accumulation for the species mofumbo, sabiá, catingueira, pereiro and marmeleiro and nitrogen was higher for species jurema-preta, jucá and pau-branco. All species evaluated in degradation test had a significant reduction in biomass over time zero. They presented the following order of decomposition rate: jurema-preta > catingueira > pau-branco > jucá > marmeleiro > mofumbo > pereiro > sabiá. For fertility test it was found that marmeleiro promoted negative effects on soil, such as acidification. However, pau-branco was the specie that promoted further improvements in the K values, SB and CEC to the soil and for the production of sorghum, the waste jurema-preta and pau-branco promoted increase in dry matter plants. While the mineral fertilization provided an increase in dry matter production of sorghum, demonstrating that the combination of mineral fertilizer and the use of litter of Caatinga species may be a viable option to speed up the recovery of degraded soils.

Key Words: Nutrient cycling, semiarid, Agroforestry.

CONSIDERAÇÕES GERAIS

O bioma Caatinga vem sofrendo com os impactos causados pela ação antrópica, devido a exploração agrícola, como a utilização de desmatamentos e queimadas, as quais compõem práticas da agricultura itinerante, bem como a exploração pecuária, com o superpastejo pelos ruminantes, além da baixa capacidade de suporte das áreas. O uso dessas práticas gera impactos sobre os recursos naturais, sendo uma das principais causas da degradação do bioma Caatinga.

Em virtude disso, há crescente preocupação com a conservação dos recursos naturais ainda disponíveis e a recuperação de áreas já degradadas, com o desenvolvimento de tecnologias para conter a erosão e recuperar a fertilidade dos solos. Uma das formas de reincorporar áreas degradadas ao sistema produtivo, evitando assim o avanço da degradação, é conhecer o funcionamento e as variáveis que promovam maior estabilidade na comunidade vegetal e que possam subsidiar a escolha de espécies para o enriquecimento de áreas, programas de reflorestamento e sistemas agroecológicos.

E isso é feito através de estudos de deposição, degradação da serrapilheira e ciclagem de nutrientes em ambientes florestais. A serrapilheira é considerada a via preferencial de transferência de nutrientes da vegetação para o solo, esta também exerce papel importante na proteção do solo contra os agentes erosivos, fornece matéria orgânica e nutrientes para os organismos do solo e para as plantas, contribuindo para a manutenção e a melhoria dos atributos físicos, químicos e biológicos. Assim, o uso da serrapilheira para a recuperação de áreas degradadas pode ser alternativa interessante.

CAPÍTULO I

REFERENCIAL TEÓRICO

1. INTRODUÇÃO

O Bioma Caatinga é uma região muito diversificada em paisagens e tipos de vegetação, devido às suas variações geomorfológicas, climáticas e topográficas. No entanto, as ações antrópicas influenciam na distribuição, riqueza e diversidade dessas espécies vegetais (Araújo Filho, 2013). A exploração de seus recursos, seja nas atividades agrícolas ou pecuárias, ainda é em grande parte extrativista, sem qualquer preocupação com a preservação do ambiente, provocando perdas na sua capacidade de produção, e aumentando assim áreas em processo de degradação.

Segundo Sampaio et al. (2003), a deterioração generalizada da capacidade produtiva dos solos ocorre devido à redução da fertilidade em função da diminuição das quantidades de nutrientes disponíveis para as plantas; com a ciclagem de nutrientes e a decomposição dos minerais do solo, há a reposição natural dessas perdas, mas apenas parcialmente e de forma bastante lenta.

Portanto, são necessárias estratégias que visem acelerar o processo de retorno de nutrientes para o solo, auxiliando nos programas de recuperação de áreas degradadas, a fim de reduzir seu tempo de recuperação, bem como na indicação das melhores espécies para a adoção de sistemas agrossilvipastoris.

Uma dessas alternativas seria através da utilização da serrapilheira de diferentes espécies da Caatinga, como forma de retorno dos elementos pela ciclagem de nutrientes, pois, segundo Vital et al. (2004), esta é a principal via de transferência de nutrientes da vegetação para o solo.

Considerando que a maiorias das espécies vegetais da Caatinga perde suas folhas durante o período seco do ano, como uma adaptação às condições de escassez de água; que esse aporte de resíduos varia entre as espécies e os períodos do ano e que a degradação da serrapilheira e a liberação de nutrientes obedecem a cinéticas diferentes; torna-se necessário estudar a ciclagem de elementos essenciais das espécies nativas da Caatinga. Assim, objetivou-se avaliar a produção e a degradação de oito espécies lenhosas da Caatinga, mensurando os efeitos de sua aplicação sobre a fertilidade do solo e sobre a produção de sorgo em solo degradado.

2. BIOMA CAATINGA

A região Nordeste do Brasil tem a maior parte de seu território ocupado pelo bioma Caatinga, que se caracteriza por apresentar vegetação xerófila, considerada por

especialistas o bioma brasileiro mais sensível à interferência humana e às mudanças climáticas globais (Lima & Coelho, 2015).

Segundo dados do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2015), a Caatinga ocupa 11% do território nacional, tendo cerca de 27 milhões de pessoas que vivem na região, sendo a maioria carente e dependente dos recursos do bioma para sobreviver, visto que sua rica biodiversidade ampara diversas atividades econômicas voltadas principalmente para fins agrossilvipastoris.

Apesar de sua importância, o bioma tem sido desmatado de forma acelerada, principalmente pelo uso agrícola, com abandono posterior das áreas, ou com pecuária extensiva, além de extração de lenha, resultando na redução do estoque e da produção de biomassa e da cobertura dos solos, fatores que levam ao aumento da degradação do bioma (Costa et al., 2009).

Amorim et al. (2014) afirmam que ecossistemas como o da caatinga têm sido degradado, alterado ou convertido para outros fins; geralmente, essa conversão tem início com o ciclo da agricultura, que envolve o desmatamento da floresta, retirando a madeira de valor comercial e, em seguida, utilizando a queima para a limpeza da área para a prática da agricultura de subsistência. Quando a produção não é mais satisfatória, a área é abandonada para pousio, sendo muitas vezes associada à produção extensiva de caprinos/bovinos ou à conversão em pastagem. Isso modifica extremamente a ciclagem de nutrientes, acelerando a mineralização da matéria orgânica devido ao cultivo, e provocando erosão (Fraga & Salcedo, 2004), em função da perda da biodiversidade.

Alia-se a esse fato as baixas precipitações pluviométricas, com distribuição irregular das chuvas, provocando grande variação espacial e sazonal na produção de biomassa, levando a vegetação da Caatinga a faixas de variação de 2 a 160 t ha⁻¹ em seu estoque de biomassa (Sampaio & Freitas, 2008). Esses fatores influenciam, também, na qualidade da serrapilheira e na taxa de decomposição do material depositado no solo (Andrade et al., 2003). Juntamente com os parâmetros climáticos, a vegetação da Caatinga assume papel preponderante na caracterização do bioma (Santana & Souto, 2011).

2.1. Composição florística da caatinga

O Bioma Caatinga é um ecossistema muito complexo, caracterizado por alta variabilidade ambiental. Sua vegetação cobre aproximadamente 1 milhão de km², apresentando grande variação na flora e estrutura (Sampaio, 1995).

Grande parte dessa variação é devido à intervenção humana ou às diferenças pluviométricas. Durante a estação chuvosa, quando as plantas produzem suas folhas, a densidade do dossel pode ser elevada, com área de projeção de copa de 3.000-4.000 m² ha⁻¹ e a biomassa da vegetação podendo chegar a mais de 100 t ha⁻¹. Esses valores decrescem em áreas de vegetação mais aberta, principalmente onde a pluviosidade é baixa e os solos são rasos (Moura et al., 2016). No geral, a maioria das áreas da Caatinga possui dossel com altura de 5-10 m, com áreas de projeção de copa entre 10-30 m² ha⁻¹ e biomassa total de 20-50 t ha⁻¹ (Menezes et al., 2012).

De acordo com Araújo Filho (2013), o crescimento e a densidade da comunidade vegetal desse ecossistema estão relacionados não somente com as precipitações pluviais, mas também com as características químicas e físicas do solo.

Em função dessas características a vegetação é constituída por arbustos e árvores de pequeno porte, geralmente dotados de espinhos, sendo caducifólias em sua maioria, perdendo as folhas no início da estação seca. Plantas anuais, cactáceas, bromeliáceas e o componente herbáceo (composto por gramíneas e dicotiledôneas) complementam a composição botânica desse bioma (Santos et al., 2010). A Caatinga tem alta diversidade florística, para um bioma com restrição forte ao crescimento, como a deficiência hídrica (Garíglío et al., 2010). Na Caatinga destacam-se 18 gêneros e 318 espécies endêmicas, pertencentes a 42 famílias, incluindo tanto plantas de áreas arenosas como rochosas (Giulietti et al., 2003).

Alguns estudos têm sido realizados na Caatinga sobre a fenologia de várias espécies, pertencentes a famílias como Fabaceae, Euphorbiaceae, Bignoniaceae, Apocynaceae, Combretaceae, dentre outras. Os resultados demonstram que as espécies predominam nas regiões áridas e semiáridas, variando no grau de deciduidade, dependendo do déficit hídrico. Esse padrão de deciduidade das espécies parece ser afetado principalmente pela precipitação, pela duração do período seco e pela umidade do solo (Santana & Souto, 2011). Entretanto, Amorim et al. (2009) relataram que a característica caducifólia não é igual para todas as espécies, podendo ocorrer em um ano e em outro não, sendo os períodos distintos. Barbosa et al. (2003) verificaram que as espécies *Aspidosperma pyrifolium*, *Bauhinia cheilanta*, *Caesalpinia férrea* e *Caesalpinia pyramidalis* perdiam as folhas logo no final da estação chuvosa (maio) e que *Croton sonderianus*, *Combretum leprosum*, *Jatropha mollissima*, *Piptadenia stipulaceae* e *Amburana cearensis* perdiam as folhas no final da estação seca (outubro a dezembro). Estudos em Alagoinha-PE (Barbosa et al., 1989), Pentecoste-CE (Pereira et

al., 1989) e Serra Talhada-PE (Machado et al., 1997) permitiram aos autores a identificação preliminar dos padrões de algumas das espécies, sendo *Croton sonderianus* a espécie mais regular nos três locais pesquisados. Todas as plantas estudadas perderam totalmente as folhas a partir de junho, julho ou agosto, logo depois da estação das chuvas, e permaneceram sem folhas por quatro a seis meses, o maior período entre as espécies analisadas. Porém, as espécies *Anadenanthera colubrina*, *Aspidosperma pyriformis*, *Caesalpinia ferrea*, *Caesalpinia pyramidalis* e *Mimosa acutistipula* podem não perder totalmente as folhas em um ano, e perder por um a dois meses em outro ano, geralmente a partir de setembro ou outubro.

Dentre essas espécies a catingueira (*Poincianera bracteosa* Tul.), as juremas (*Mimosa* spp.) e os marmeleiros (*Croton* spp.) são as mais abundantes na maioria dos trabalhos de levantamento realizados em área de Caatinga. A marcante presença da jurema preta e do marmeleiro reflete a resposta ao caráter sucessional, predominante em vastas regiões da Caatinga, em razão das atividades antrópicas. As variações, tanto na composição botânica quanto na densidade da vegetação podem estar relacionadas às condições edafoclimáticas locais, ou com a fase da sucessão secundária da Caatinga (Araújo Filho, 2013).

Essa redução da biodiversidade da Caatinga ocorre em áreas que estão em regeneração, após a agricultura, a pastagem e a retirada de lenha; assim, a composição florística torna-se mais simples, predominando nessas áreas leguminosas fixadoras de N, como a jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd. Poir.)), chegando a formar vegetações monoespecíficas, pois, estas têm a vantagem de não dependerem do baixo suprimento de nitrogênio do solo (Sampaio & Freitas, 2008). Quando o solo recupera os teores de nitrogênio com suas contribuições, essas plantas são sucedidas por outras espécies, como por exemplo, a catingueira (*Caesalpinia pyramidalis* Tul.), leguminosa não fixadora (Gariglio et al., 2010).

Dentre as famílias destacadas existem as de interesse pastoril, pois compõem a dieta de bovinos, caprinos e ovinos, como o jucá (*Libidibia ferrea*), aroeira (*Myracrodruon urundeuva*), mororó (*Bauhinia cheilantha*), pau-branco (*Auxemma onocalyx*), sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*) e cumaru (*Amburana cearensis*). Estas espécies lenhosas apresentam diferenças estacionais em seus ciclos fenológicos, possivelmente associadas às flutuações da composição química de sua folhagem (Araújo Filho, 2013).

Em estudos da composição botânica da dieta de caprinos e ovinos na Caatinga, foram observados os percentuais de 17,7 e 24,3 para gramíneas; 15,1 e 14,7 para ervas de folhas largas e 67,3 e 61,0 % para espécies lenhosas, respectivamente. Com pequena variação entre os períodos de transição seco-chuvoso. Caracterizando, portanto a preferência dos animais pelo grupo das espécies lenhosas (Araújo Filho et al., 1996).

Os resultados obtidos por Araújo Filho et al. (1996) e Santos et al. (2008) demonstram que a catingueira (*Caesalpineia pyramidalis*) foi a espécie com maior participação na dieta dos animais, com consumo principalmente da fração folhas no período seco do ano.

Vale salientar que a riqueza florística forrageira da Caatinga é pouco conhecida, dificultando a seleção de espécies com potencial para utilização em sistemas agroflorestais e como forrageiras (Araújo Filho, 2013). Sendo necessário maior conhecimento da dinâmica e ciclagem de nutrientes destas espécies no ecossistema da Caatinga.

3. CICLAGEM DE NUTRIENTES EM ECOSISTEMAS FLORESTAIS E AGROFLORESTAIS

A ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais está relacionada ao processo de absorção de nutrientes pelas plantas, translocação interna entre os tecidos vegetais e transferência desses elementos, acumulados na fitomassa, novamente para o solo, a atmosfera e a hidrosfera, tornando-se disponíveis para serem reabsorvidos, sendo considerado este ciclo essencial para a manutenção da vida no planeta. Este processo pode ser subdividido em ciclo bioquímico, que se refere à movimentação dos nutrientes dentro da própria planta, em ciclo biogeoquímico, que abrange a ciclagem dos nutrientes entre a fitomassa e o solo (Figura 1) (Andrade et al., 1999) e em ciclo geoquímico, que está relacionado com a passagem dos nutrientes para dentro e para fora do ecossistema (Pritchett, 1979).

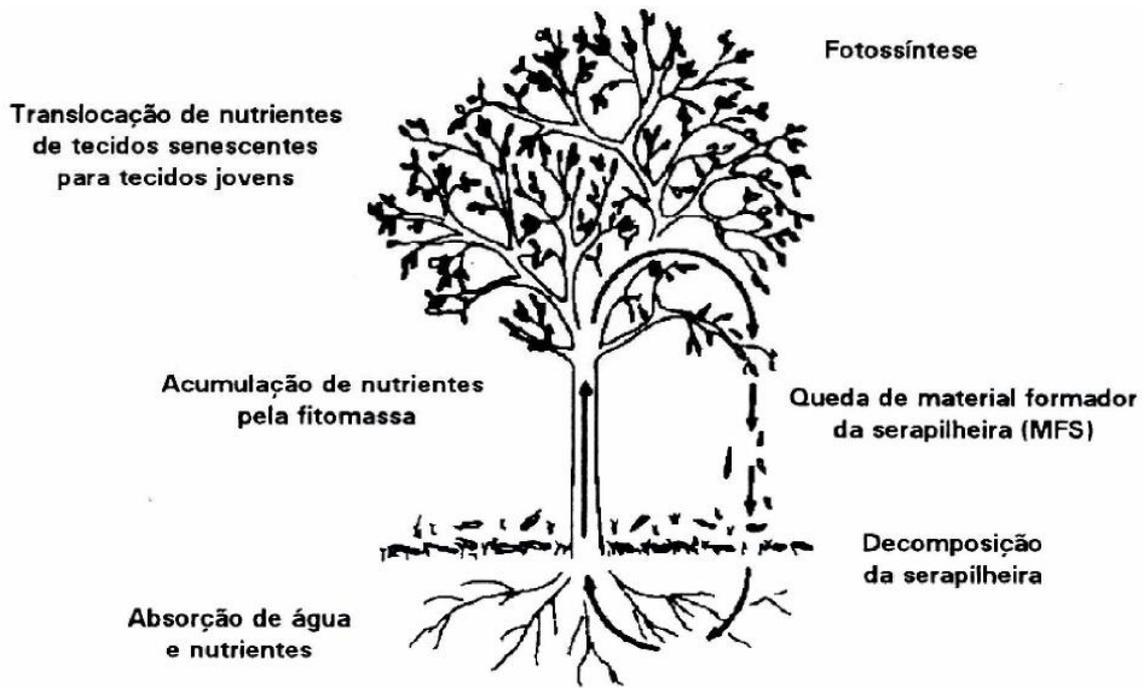


Figura 1 - Mecanismos envolvidos na ciclagem de nutrientes via serrapilheira (Andrade et al., 1999; Andrade et al., 2003).

Uma vez no sistema solo-planta, os nutrientes estão em estado de transferência contínuo e dinâmico, em que as plantas retiram os nutrientes do solo e os usam nos seus processos metabólicos, retornando-os para o solo naturalmente como liteira, em sistema sem manejo, através de poda em alguns sistemas agroflorestais, ou através da senescência das raízes (Correia et al., 2006).

As florestas, em grande parte, estão estabelecidas em solos pobres em nutrientes minerais, o que torna sua manutenção dependente dos ciclos geoquímico, bioquímico e biogeoquímico (Selle, 2007). A capacidade produtiva é decorrente do conteúdo de nutrientes que são transferidos ao solo, sendo a deposição de serrapilheira a principal via responsável pela entrada de elementos essenciais no sistema florestal. Essa entrada de nutrientes, resultante do material orgânico aportado no solo, condiciona alterações nas características físicas, químicas e biológicas do solo (Vitousek & Sanford, 1986).

Além disso, Cheng et al. (2007) afirmam que áreas florestais representam sumidouros de C e têm sua importância destacada graças à capacidade natural dos vegetais de sequestrar CO₂ da atmosfera, por meio da fotossíntese, e fixá-lo sob a forma de carbono na biomassa lenhosa, folhas e raízes (compartimentos aéreos e subterrâneo), assim como no solo.

Entender o funcionamento dos ciclos do C e dos nutrientes sob condições naturais ou perturbadas é importante para avaliar o impacto global das ações antrópicas sobre o uso da terra, com relação aos ecossistemas florestais tropicais. Entretanto, não se sabe ao certo como as práticas agrícolas afetam o balanço de nutrientes, a qualidade e a quantidade de serrapilheira, bem como a ciclagem de nutrientes nos agroecossistemas tropicais (Becker et al., 2015).

Amorim et al. (2014) afirmam que mudanças associadas ao uso da terra, como o sistema de agricultura de corte e queima, modifica fortemente a ciclagem de nutrientes. Resultados de estudos sobre ciclagem de nutrientes em florestas antropizadas também permitem inferências sobre as espécies com maior ou menor capacidade de reciclagem de nutrientes, e seu potencial para recuperação de áreas degradadas. Através destes estudos são disponibilizadas informações sobre a taxa de produtividade e a quantidade de nutrientes que entram naturalmente no sistema solo-planta, o que é de grande significado em atividades de recuperação de áreas degradadas, proteção de fontes hídricas superficiais ou mesmo em projetos de reflorestamento em solos distróficos (Santana & Souto, 2011).

Alguns estudos confirmaram a contribuição de árvores para os ciclos dos nutrientes por meio de avaliações indiretas dos níveis de nutrientes e/ou ações em sistemas agroflorestais (SAFs), pois, a estabilidade destes ecossistemas ao longo do tempo é baseada no fluxo de energia, na ciclagem de nutrientes e na regulação das populações de plantas e animais (Aguiar et al., 2014).

Segundo Pinto et al. (2009), cada ecossistema tem sua forma característica de armazenar e reciclar nutrientes entre seus compartimentos e, dentre estes, a serrapilheira é o mais importante, pois segundo Vitousek & Sanford (1986) é a partir da deposição de serrapilheira, que esta constitui o principal meio de transferência de matéria orgânica e elementos minerais da vegetação para a superfície do solo.

Muitos estudos são realizados para avaliação do aporte de serrapilheira em nível de comunidade vegetal, no entanto, trabalhos que contemplem a avaliação da dinâmica da serrapilheira e ciclagem de nutrientes em nível de espécie são escassos, os quais possam subsidiar a escolha da melhor espécie a ser escolhida em manejos como raleamento em matas nativas, plantio em sistemas agrossilvipastoris ou mesmos na recuperação de áreas degradadas.

3.1. Produção de serrapilheira

A serrapilheira é formada por folhas, ramos, órgãos reprodutivos e outros detritos, compreendendo a camada mais superficial do solo em ambientes florestais, sendo responsável por exercer diversas funções no equilíbrio e dinâmica dos ecossistemas (Costa et al., 2010). Dentre essas funções destaca-se proteção do solo contra agentes erosivos, aporte de matéria orgânica e de nutriente para os organismos do solo e para as plantas, influenciando na manutenção e na melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (Andrade et al., 2003).

O material orgânico estocado no piso florestal é representado pela serrapilheira, seja de origem vegetal ou animal, que foi aportada ao solo. Constitui-se em um compartimento no qual os nutrientes serão disponibilizados para as camadas superficiais do solo, por meio de contínuos processos de degradação ao longo da decomposição do material. Este aporte de serrapilheira constitui uma das vias de entrada de material orgânico no perfil do solo (Scoriza et al., 2012).

Por ser considerado um fator chave na manutenção dos nutrientes no ecossistema, o processo de deposição da serrapilheira, que inclui as taxas anuais de queda do material decíduo e o processo de decomposição desse material, devem ser mais amplamente estudados e avaliados, especialmente nas condições dos trópicos, em que há grande ocorrência de solos com baixos níveis de nutrientes (Santana & Souto, 2011). Para Vitousek & Sanford (1986), a serrapilheira varia consideravelmente entre os ecossistemas, dependendo do clima, da composição das espécies, da estrutura e da fertilidade do solo.

Alguns estudos consideram que a manutenção de árvores e arbustos pode contribuir para o aporte de nutrientes, devido à degradação da serrapilheira (Andrade et al., 2008; Costa et al., 2010; Cizungo et al., 2014; Khamzina et al., 2016).

Uma das características da floresta tropical e subtropical úmida é a produção de serrapilheira, com máximos valores na estação seca, sendo a folha a fração mais importante da serrapilheira (Barajas-Guzmán & Alvarez-Sánchez, 2003).

Segundo Menezes et al. (2012), os níveis de produção de serrapilheira da Caatinga são claramente baixos, em relação àqueles observados em outras formações no Brasil, mas, similar a outros ecossistemas no período de pico de deposição da serrapilheira na Caatinga, que ocorre no final do período chuvoso e início do período seco.

Os resultados de Costa et al. (2010), avaliando a produção de serrapilheira em áreas de Caatinga, mostraram que os maiores picos de produção aconteceram nos meses

de julho e agosto (717,5 e 452 kg ha⁻¹, respectivamente), coincidindo com o início da estiagem anual, característica do bioma Caatinga.

Alves et al. (2006) também verificaram maior pico de produção de serrapilheira na estação seca, ocasionado pela grande queda de folhas provocada pelo término do período chuvoso, característico da região.

Resultados semelhantes foram encontrados por Vital et al. (2004), avaliando a ciclagem de nutrientes via produção e decomposição de serrapilheira em mata ciliar. Os autores verificaram, ainda, rápida decomposição e conseqüentemente rápido aproveitamento de nutrientes por parte da vegetação, o que favorece a ciclagem de nutrientes e o equilíbrio desse ecossistema.

3.2 Degradação da serrapilheira e liberação de nutrientes

A degradação da serrapilheira é uma das etapas mais importantes para a ciclagem de nutrientes, pois, parte dos elementos é reabsorvida pelos organismos do solo e pelas plantas; outra parte, porém, é perdida do sistema solo-planta, sendo transferida para outros compartimentos como ar e água (Andrade et al., 2003).

A decomposição possibilita que parte do carbono, incorporado na fitomassa pela fotossíntese, retorne à atmosfera como CO₂, e que outros elementos absorvidos sejam convertidos em formas novamente utilizáveis pelas plantas. Esse mecanismo é regulado principalmente por três grupos de variáveis: a natureza da comunidade decompositora (os macro e microrganismos); as características do material orgânico, que determinam sua degradabilidade (a qualidade do material); e as condições físico-químicas do meio ambiente, as quais são controladas pelo clima e pelas características edáficas do sítio (Lekha & Gupta, 1989).

Existem ainda vários fatores que podem afetar essa decomposição, destacando-se o clima, a qualidade da serrapilheira e a natureza e abundância de organismos decompositores (Smith & Bradford, 2003).

Palm e Sanches (1991) complementam que a taxa de decomposição e a liberação de nutrientes dos materiais orgânicos são determinadas pela natureza dos constituintes orgânicos, pela quantidade de nutriente mineral do solo, pela quantidade e qualidade dos organismos decompositores existentes e, principalmente, pelas condições ambientais.

Gama-Rodrigues et al. (2007) estimaram as taxas de decomposição e liberação de nutrientes de resíduos de plantas de cobertura na região noroeste do Rio de Janeiro e verificaram 50% da matéria seca degradou para as espécies feijão-de-porco e amendoim

forrageiro num período de 60 dias e apresentaram as maiores taxas de liberação C e a maior liberação de N, P, Ca e Mg ocorreu para a primeira espécie.

Alves et al. (2006), avaliando a dinâmica de decomposição de espécies da Caatinga, verificaram que os resíduos de pereiro sofreram menos ataque dos microrganismos, apresentando menores taxas de decomposição, fato relacionado à composição química do material.

Resultados como estes mostram a forte influência das características dos resíduos, como teores de nutrientes, lignina que confere ao material difícil decomposição, polifenóis e a relação C/N, que quando alta leva à imobilização do N (Aita & Giacomini, 2003) e das condições ambientais que variam de uma região para outra, influenciando a taxa de decomposição e liberação de nutrientes.

3.3 Contribuição da serrapilheira na recuperação de áreas degradadas

A formação e a decomposição da serrapilheira em solos degradados permite a reativação da ciclagem de nutrientes entre a planta e o solo, possibilitando a formação de um novo horizonte pedológico, com condições mais adequadas para o restabelecimento da vegetação (Andrade et al., 2003).

No entanto, segundo Santana & Souto (2011), têm sido pouco estudados os aspectos relacionados ao fluxo de deposição da serrapilheira, as interações do processo com parâmetros climáticos e edáficos, bem como a ciclagem de nutrientes das espécies mais importantes da Caatinga, apesar da relevância do assunto neste tipo de vegetação, principalmente no que se refere à redução do processo erosivo. E ainda pelo fato das plantas da Caatinga em sua grande maioria perderem suas folhas para reduzir as perdas de água nos períodos de estresse hídrico (Leal et al., 2003) depositando no solo grandes quantidades de material vegetal, responsável pela formação da camada de serrapilheira.

Através da cobertura do solo pela parte aérea das plantas e pela camada de serrapilheira que vai se formando, diminui-se a ação dos processos erosivos e incorpora-se, principalmente, C e N no sistema. Ocorre, também, translocação de nutrientes das camadas mais profundas para a superfície, através da absorção pelas raízes e posterior retorno à superfície do solo pela deposição e decomposição da serrapilheira e das raízes superficiais, estimulando a ciclagem dos nutrientes entre a fitomassa e o substrato (Andrade et al., 1999).

A disponibilização de nutrientes para as camadas mais superficiais do solo, através da aplicação de resíduos vegetais, deve-se à decomposição da matéria orgânica

com a liberação de ácidos orgânicos, pois, estes são capazes de competir com os sítios de adsorção dos nutrientes e na complexação de íons competidores, inibindo a ação dos grupos funcionais do solo, deixando assim, os nutrientes mais livres em solução. A decomposição do material orgânico também deve ser considerada importante fonte de nutrientes no solo, pois, sua decomposição resulta em mineralização dos nutrientes presentes nos tecidos das plantas (Pavinato & Rosolem, 2008).

Santos et al. (2001), visando melhorias nas características químicas de um solo degradado, verificaram que a utilização de leguminosas e de gramíneas promoveu aumentos nos teores de carbono orgânico total e na capacidade de troca de cátions; promoveu, também, aumento nos teores de potássio, matéria orgânica e magnésio, principalmente na camada superficial.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, M.I.; FIALHO, J.S.; CAMPANHA, M.M. et al. Carbon sequestration and nutrient reserves under different land use systems. **Revista Árvore**, v.38, p.81-93, 2014.
- AITA, C.; GIACOMINI, S.J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.601-612, 2003.
- ALVES, A.R.; SOUTO, J.S.; SOUTO, P.C. et al. Aporte e decomposição de serapilheira em área de caatinga, na Paraíba. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.6, p.194-203, 2006.
- ALVES, A.R.; SOUTO, J.S.; SANTOS, R.V. et al. Decomposição de resíduos vegetais de espécies da Caatinga, na região de Patos, PB. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.1, p. 57-63, 2006.
- AMORIM, I.L.; SAMPAIO, E.V.S.B.; ARAÚJO, E.D. Phenology of woody species in the Caatinga of Seridó, RN, Brazil. **Revista Árvore**, v.33, p. 491-499, 2009.
- AMORIM, L.B.; SALCEDO, I.H.; PAREYN, F.G.C. et al. Assessment of nutrient returns in a tropical dry forest after clear-cut without burning. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.10, p. 333-343, 2014.
- ANDRADE, A.G.; CABALLERO, S.S.U.; FARIA, A.M. **Ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais**. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 1999. 58p. (Documentos n. 13).
- ANDRADE, A.G.; TAVARES, S.R.L.; COUTINHO, H.L.C. Contribuição da serapilheira para recuperação de áreas degradadas e para manutenção da sustentabilidade de sistemas agroecológicos. **Informe Agropecuário**, v.24, p.55-63, 2003.
- ANDRADE, R.L.; SOUTO, J.S.; SOUTO, P.C. et al. Deposição de Serapilheira em Área de Caatinga na RPPN “fazenda tamanduá”, Santa Terezinha – PB. **Revista Caatinga**, v.21, p.223-230, 2008.

- ARAÚJO FILHO, J.A. **Manejo Pastoril Sustentável da Caatinga**. – Recife, PE: Projeto Dom Helder Camara, 2013. 200p.
- ARAÚJO FILHO, J.A.; GADELHA, J.A.; LEITE, E.R. et al. Composição botânica e química da dieta de ovinos e caprinos em pastoreio combinado na região de Inhamuns, Ceará. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.25, p.383-395, 1996.
- ARAÚJO, E.R.; SILVA, T.O.; MENEZES, R.S.C. et al. Biomassa e nutrição mineral de forrageiras cultivadas em solos do semiárido adubados com esterco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, p.890-895, 2011.
- BARAJAS-GUZMÁN, G.; ALVAREZ-SÁNCHEZ, J. The relationships between litter fauna and rates of litter decomposition in a tropical rain forest. **Applied Soil Ecology**, v.24, p.91-100, 2003.
- BARBOSA, D.C.A.; ALVES, J.L.H.; PRAZERES, S.M. et al. Dados fenológicos de 10 espécies arbóreas de uma área de caatinga (Alagoinha - PE). **Acta Botânica Brasílica**, v.3, p.109-118, 1989.
- BARBOSA, D.C.A.; BARBOSA, M.C.A.; LIMA, L.C.M. Fenologia de espécies lenhosas da Caatinga. In: LEAL, I.R.; TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. (Eds.). **Ecologia e conservação da Caatinga**, v.16, p.657-694, 2003.
- BECKER, J.; PABST, H.; MNYONGA, J. et al. Annual litterfall dynamics and nutrient deposition depending on elevation and land use at Mt. Kilimanjaro. **Biogeosciences**, v.12, p.5635-5646, 2015.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Biomas: Caatinga. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/caatinga>> Acesso em: 17 de maio de 2016.
- CHENG, C.; WANG, R.; JIANG J. Variation of soil fertility and carbon sequestration by planting *Hevea brasiliensis* in Hainan Island, China. **Journal of Environmental Sciences**, v.19, p.348-352, 2007.
- CIZUNGU, L.; STAELENS, J; HUYGENS, D. et al. Litterfall and leaf litter decomposition in a central African tropical mountain forest and Eucalyptus plantation. **Forest Ecology and Management**, v.326, p.109-116, 2014.
- CORREA, F.L.O.; RAMOS, J.D.; GAMA-RODRIGUES, A.C. et al. Produção de serapilheira em sistema agroflorestal multiestratificado no Estado de Rondônia, Brasil. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, p.1099-1105, 2006.
- COSTA, T.C.C.; CAMACHO, R.G.V.; MACEDO, I.D. et al. Análise comparativa da produção de serapilheira em fragmentos arbóreos e arbustivos em área de caatinga na FLONA de Açu-RN. **Revista Árvore**, v.34, p.259-265, 2010.
- COSTA, T.C.C.; OLIVEIRA, M.A.J.; ACCIOLY, L.J.O. et al. Análise da degradação da caatinga no núcleo de desertificação do Seridó (RN/PB). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, p.961-974, 2009.
- FRAGA, V.S.; SALCEDO, I.H. Declines of organic nutrient pools in tropical semi-arid soils under subsistence farming. **Soil Science Society of America Journal**, v.68, p. 215-224, 2004.
- GAMA-RODRIGUES, A.C.; GAMA-RODRIGUES, E.F.; BRITO, E.C. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos culturais de plantas de cobertura em Argissolo

- Vermelho-Amarelo na região noroeste fluminense - RJ. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 1421-1428, 2007.
- GARIGLIO, M.A.; SAMPAIO, E.V.S.B.; CESTARO, L.A. et al. **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Serviço Florestal Brasileiro, Brasília, 2010. 368p.
- GIULIETTI, A.M.; BOCAGE NETA, A.L. du.; CASTRO, A.A.J.F. et al. Diagnóstico da vegetação nativa do bioma Caatinga. In: SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M. T.; LINS, L. V. (Org.). **Biodiversidade da caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, Universidade Federal de Pernambuco, 2003. 382 p.
- KHAMZINA, A.; LAMERS, J.P.A.; MARTIUS, C. Above- and belowground litter stocks and decay at a multispecies afforestation site on arid, saline soil. **Nutrient Cycling Agroecosystems**, v.104, p.187-199, 2016.
- LEAL, I.R.; TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. (Eds.). **Ecologia e conservação da Caatinga**, 2003. 828 p.
- LEKHA, A.; GUPTA, S.R. Decomposition of *Populus* and *Leucaena* leaf litter in an agroforestry system. **Environmental Science and Forestry**, v.1, p. 97-108, 1989.
- LIMA, B.G.; COELHO, M.F.B. Estrutura do componente arbustivo-arbóreo de um remanescente de caatinga no estado do Ceará, Brasil. **Cerne**, v.21, p.665-672, 2015.
- MACHADO, I.C.; BARROS, L.M.; SAMPAIO, E.V.S.B. Phenology of caatinga species at Serra Talhada – PE, Northeastern Brazil. **Biotropica**, v.29, p.57-68, 1997.
- MENDONÇA, E.S.; LEITE, L.F.C.; FERREIRA NETO, P.S. Cultivo de café em sistema agroflorestal: uma opção para recuperação de solos degradados. **Revista Árvore**, v.25, p. 375-383, 2001.
- MENEZES, R.C.; SAMPAIO, E.V.S.B.; GIONGO, V. et al. Biogeochemical cycling in terrestrial ecosystems of the Caatinga Biome. **Brazilian Journal of Biology**, v.72, p. 643-653, 2012.
- MOURA, P.M. ; ALTHOFF, T.D.; OLIVEIRA, R.A. et al. Carbon and nutrient fluxes through litterfall at four succession stages of Caatinga dry forest in Northeastern Brazil. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.105, p.25-38, 2016.
- PALM, C.A.; SANCHEZ, P.A. Nitrogen release from the leaves of some tropical legumes affected by their lignin and polyphenolic contents. **Soil Biology and Biochemistry**, v.23, p.83-88, 1991.
- PAVINATO, P.S.; ROSOLEM, C.A. Disponibilidade de nutrientes no solo: Decomposição e Liberação de Compostos Orgânicos e Resíduos Vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.911-920, 2008.
- PEREIRA, R.M.A.; ARAÚJO FILHO, J.A.; LIMA, R.V. et al. Estudos fenológicos de algumas espécies lenhosas e herbáceas da caatinga. **Ciência Agrônômica**, v.20, p. 11-20, 1989.
- PINTO, S.I.C.; MARTINS, S.V.; BARROS, N.F. et al. Ciclagem de nutrientes em dois trechos de floresta estacional semidecidual na reserva florestal mata do paraíso em Viçosa, MG, Brasil. **Revista Árvore**, v.33, p.653-663, 2009.
- PRITCHETT, W. L. **Properties and management of forest soils**. New York, John Wiley, p. 39-67, 1979.

- QUEIROZ, L.P. Distribuição das espécies de Leguminosae na caatinga. p. 141-153 In: SAMPAIO, E.V.S.B.; GIULIETTI, A.M.; VIRGÍNIO, J.; GAMARRA-ROJAS, C.F.L. **Vegetação e flora das caatingas**. ed.. APNE / CNIP, Recife, PE, 2002. 176 p.
- SAMPAIO, E.V.S.B. Overview of Brazilian Caatinga. In: Bullock, S.H., HAROLD, A.M., MEDINA, E. (Eds.). **Seasonally dry tropical forests**. Cambridge University Press, Cambridge, p. 35-63.
- SAMPAIO, E.V.S.B.; FREITAS, A.D.S. Produção de biomassa na vegetação nativa do semi-árido nordestino. In: MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. H. (Ed.). **Fertilidade do solo e produção de biomassa no semi-árido**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2008. p.11-25.
- SAMPAIO, E.V.S.B.; SAMPAIO, Y.; VITAL, T. et al. **Desertificação no Brasil: conceitos, núcleos e tecnologias de recuperação e convivência**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2003, 202p.
- SANTANA, J.A.S.; SOUTO, J.S. Produção de serapilheira na Caatinga da região semi-árida do Rio Grande do Norte, Brasil. **Idesia**, v.29, p.87-94, 2011.
- SANTOS, A.C.; SILVA, I.F.; LIMA, J.R.S. et al. Gramíneas e leguminosas na recuperação de áreas degradadas: efeito nas características químicas de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.25, p.1063-1071, 2001.
- SANTOS, G.R.A.; BATISTA, A.M.V.; GUIM, A. et al. Determinação da composição botânica da dieta de ovinos em pastejo na Caatinga. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.1876-1883, 2008.
- SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A. DUBEUX JUNIOR, J.C.B. et al. Potential of caatinga forage plants in ruminant feeding. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.204-215, 2010.
- SCORIZA, R.N.; PEREIRA, M.G.; PEREIRA, G.H.A. et al. Métodos para coleta e análise de serapilheira aplicados a ciclagem de nutrientes. **Floresta e Ambiente**, v. 2, p.1-18, 2012.
- SELLE, G.L. Ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais. **Bioscience Journal**, v.23, p.29-39, 2007.
- SMITH, V.C.; BRADFORD, M.A. Litter quality impacts on grassland litter decomposition are differently dependent on soil fauna across time. **Applied Soil Ecology**, v.24, p.197-203, 2003.
- VITAL, A.R.T. GUERRINI, I.A. FRANKEN, W.K. et al. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma Floresta estacional semidecidual em zona ripária. **Revista Árvore**, v.28, p.793-800, 2004.
- VITOUSEK, P.M; SANFORD JR., R.L. Nutrient cycling in most tropical forest. **Annual Review Ecology Science**, v.17, p.137-167, 1986.

CAPÍTULO II

PRODUÇÃO DE SERRAPILHEIRA E APORTE DE NUTRIENTES DE ESPÉCIES LENHOSAS DA CAATINGA

RESUMO

O bioma Caatinga possui enorme diversidade de plantas, que durante o período seco do ano deposita no solo quantidades significativa de sua parte aérea, formando a serrapilheira, que em alguns sistemas produtivos constitui a principal fonte de transferência de nutrientes para o solo. Assim, objetivou-se avaliar a produção de serrapilheira e o aporte de nutrientes de oito espécies lenhosas da Caatinga no período de um ano, localizadas em um sistema agrossilvipastoril em Sobral-CE. As espécies avaliadas foram: *Combretum leprosum* Mart. (mofumbo); *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. (sabiá); *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. (jurema-preta); *Libidibia férrea* (Mart. Ex Tul.) L.P. Queiroz (jucá); (*Poncianella piramydalis* (Tul.) L.P. Queiroz (catingueira); *Aspidosperma pyriformium* Mart. (pereiro); *Cordia oncocalyx* (Allemão) (pau-branco) e *Croton sonderianus* Muell. Arg (marmeleiro). Em um delineamento inteiramente casualizado com 6 repetições instalou-se coletores sob a projeção da copa de cada planta, as coletas foram feitas mensalmente de janeiro a dezembro de 2015, sendo os materiais separados nas frações: material reprodutivo, folha, caule e miscelânea. Em seguida, o material foi seco em estufa a 65 °C até pesos constante, quantificadas as produções totais e as frações, comparando-se cada componente entre as espécies em função dos dados médios. Os materiais coletados foram divididos formando uma amostra composta e agrupados em dois períodos: chuvoso (janeiro a junho) e seco (julho a dezembro). Os materiais foram moídos para posterior determinação de macro e micronutrientes. A época de maior produção de serrapilheira ocorreu entre o final do período chuvoso e o início do período seco. A espécie jucá apresentou maior produção com 991,1 g m⁻², comparado às demais espécies. Considerando as frações, o jucá obteve também maior produção para material reprodutivo e caule. Para a fração folhas, o mofumbo e o marmeleiro foram superiores as outras espécies, enquanto para a fração miscelânea o pereiro produziu maior quantidade de material. Os nutrientes apresentaram variação em seu acúmulo nos diferentes meses do ano para todas as espécies, sendo o período chuvoso o que obteve maior aporte de nutrientes. O cálcio apresentou maior acúmulo na serrapilheira nas espécies mofumbo, sabiá, catingueira, pereiro e marmeleiro e, o nitrogênio, foi superior nas espécies jurema-preta, jucá e pau-branco; o ferro foi o micronutriente com maior acúmulo na serrapilheira em todas as espécies avaliadas. Conclui-se que a serrapilheira demonstra ser uma importante via de transferência de nutrientes para o solo.

Palavras-chave: Semiárido, Sistema Agroflorestral, Ciclagem de nutrientes.

ABSTRACT

The biome Caatinga has enormous diversity of plants, which deposited in the soil significant amounts of litterfall during the dry season. In some agricultural systems, litterfall is the main source of nutrients in soils. Therefore, we aimed to evaluate the production of litterfall and nutrient input of 8 species of Caatinga trees within one year, located in a agrosilvopastoral system in Sobral-CE. The litterfall was recorded during two seasons: rainy (January to June) and dry (July to December) for the following species: *Combretum leprosum* Mart.; *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.; *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir.; *Libidibia ferrea* (Mart exTul.) L.P. Queiroz; (*Poncianella piramydalis* (Tul) Queiroz LP; *Aspidosperma pyrifolium* Mart.; *Cordia oncocalyx* (Allemão) and *Croton sonderianus* Muell. Arg. In a completely randomized design with 6 repetitions using collectors under the canopy of each tree. Collections were made monthly from January to December 2015, with the materials separated in fractions: reproductive material, leaf, stem and miscellaneous. Samples were dried in an oven at 65° C until constant weight. Total and fraction yield were determined and means were compared at 5% probability level. The fractions collected monthly were blended for the analysis of macro and micronutrient. The period of greater litterfall production occurred from the end of the rainy season to the beginning of the dry season. The jucá species showed higher production with 991.1 g m⁻², compared to other species. Considering the fractions, the jucá also obtained higher production for reproductive materials and stem. Mofumbo and marmeleiro had greater leaf yield compared to the other species. Pereiro had greater miscellaneous production compared to other tree species. The analysis of macro and micronutrients showed variation in nutrient accumulation for different months of the year for all species. Mofumbo, sabiá, catingueira, pereiro e marmeleiro had greater accumulation Calcium, while jurema-preta, jucá e pau-branco had greater nitrogen accumulation. Iron was the micronutrient with greater accumulation for all species. Therefore, the litterfall proves to be an important means of transferring nutrients to the soil.

Key Words: Semiarid, Agroforestry, nutrient cycling.

1. INTRODUÇÃO

A Caatinga, com grande riqueza de espécies e ambientes, é a formação vegetal dominante no semiárido brasileiro, ocupando cerca de 11% do território nacional (Brasil, 2015). Esse bioma possui cobertura vegetal representada por formações xerófilas muito diversificadas por razões climáticas, edáficas, topográficas e antrópicas (Alves et al., 2009).

Essa vegetação é constituída principalmente por espécies herbáceas, arbustivas e arbóreas de pequeno porte, muitas vezes dotadas de espinhos e, na maioria das vezes caducifólias (Araújo Filho, 2013). Porém, apenas 21,16% da Caatinga é coberta por sua vegetação original (Franca-Rocha, 2009), devido principalmente às ações antrópicas, como o uso de práticas agrícolas extrativistas e itinerante, exploração de madeira para a produção de carvão e, a pecuária com o superpastejo pelos animais.

No entanto, deve-se levar em consideração que a maioria dessas plantas perdem suas folhas durante o período seco, produzindo grandes quantidades de serrapilheira, representada por folhas, galhos, estruturas reprodutivas e outros materiais, que atuam na ciclagem de nutrientes e na manutenção do ecossistema. Vital et al. (2004) e Lopes et al. (2009) consideram a serrapilheira a principal via de transferência de nutrientes da vegetação para o solo. Segundo Araújo Filho (2013) essa vegetação lenhosa deposita no solo, através da queda das folhas e galhos, cerca de $4 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de serrapilheira, sendo de fundamental importância na reciclagem de nutrientes.

Carvalho (2003) quantificou a produção de serrapilheira em um sistema agrossilvipatoril em região semiárida e observou que o mesmo é capaz de produzir 3,3 toneladas de biomassa seca por hectare por ano. De acordo com Costa et al. (2007) e Souto (2006), a produção de serrapilheira encontrada no bioma Caatinga é considerada pequena em relação as outras florestas tropicais brasileiras, com produção estimada em torno de 3 toneladas por hectare no ano.

O conhecimento adequado das características de produção da vegetação da Caatinga, bem como o comportamento de cada espécie, obtidos através de estudos sobre a produção de serrapilheira torna-se importante, pois, auxilia na manipulação de espécies para uso em sistemas agroecológicos e conservacionistas, na capacidade produtiva e no potencial de recuperação ambiental, além de compreender as estratégias utilizadas pelas plantas para manter a sustentabilidade do ecossistema, tendo em vista as adversidades do meio, tais como os sérios problemas de degradação que o bioma vem sofrendo, acarretando em perda de biodiversidade e de sua capacidade de suporte.

Considerando que a produção de serrapilheira de espécies lenhosas da Caatinga contribui para a ciclagem de nutrientes, torna-se importante conhecer o aporte de material de espécies endógenas deste bioma. Assim, objetivou-se avaliar a produção de serrapilheira e o aporte de nutrientes de oito espécies lenhosas da Caatinga, no período de um ano.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no sistema agrossilvipastoril (SAF) da Embrapa Caprinos e Ovinos, situada no município de Sobral-CE, localizado a 3° 41'S e 40° 20'W (Figura 1).

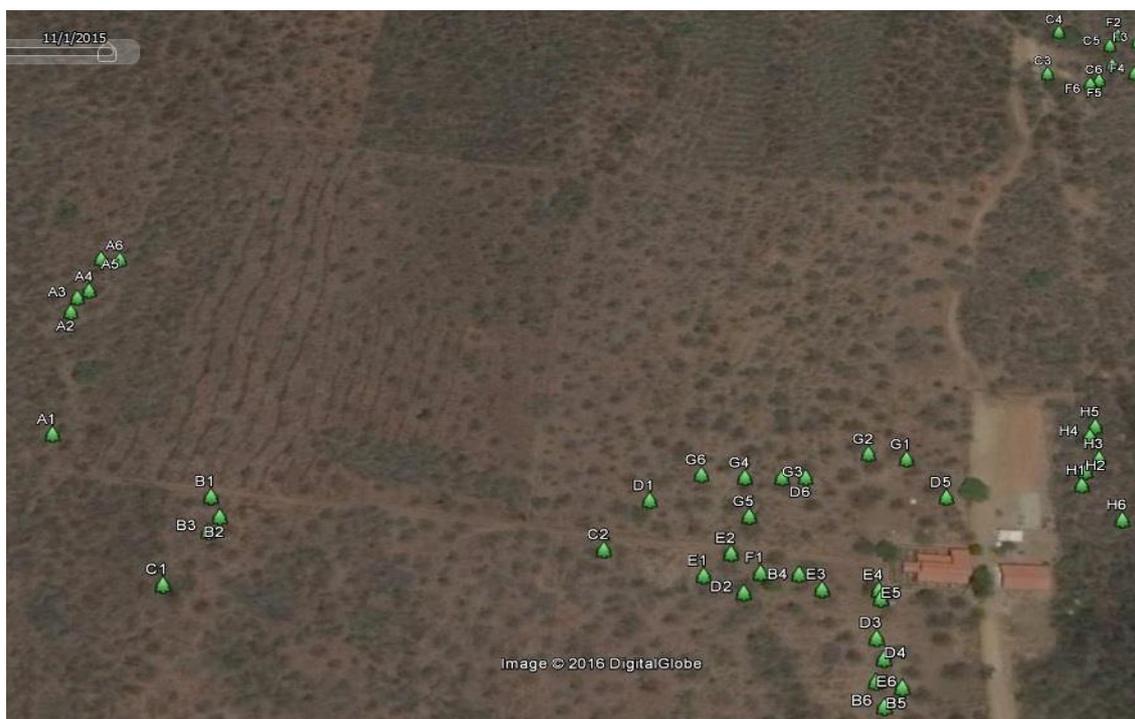


Figura 1 – Mapa da área experimental. (A) mofumbo, (B) sabiá, (C) jurema-preta, (D) jucá, (E) catingueira, (F) pereiro, (G) pau-branco e (H) marmeleiro.

Fonte: Google Earth.

O clima da região é semiárido, do tipo BShw, segundo a classificação de Köppen, com estação chuvosa de janeiro a junho. A temperatura média anual é de 28 °C e a precipitação média de 759 mm ano⁻¹. O regime pluviométrico durante o período de experimentação está apresentado na Figura 2, cujo valor acumulado foi de 445 mm (ano de 2015).

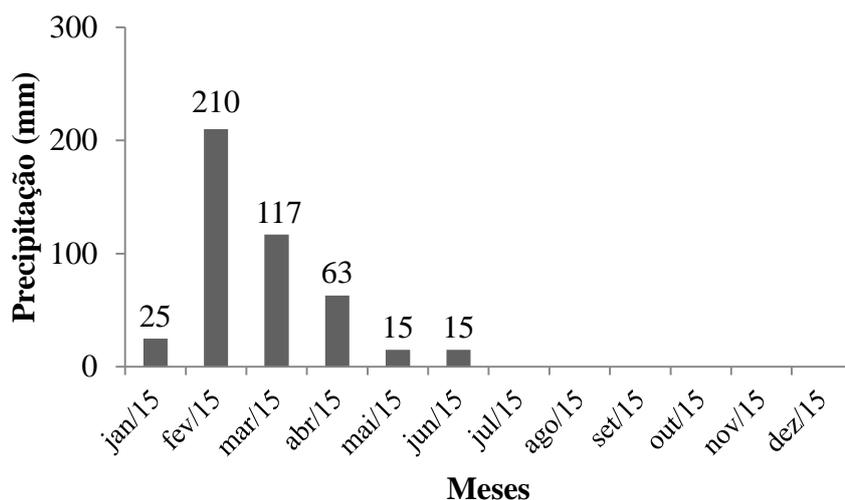


Figura 2 - Dados pluviométricos registrados durante o ano de 2015.

Fonte: Embrapa Caprinos e Ovinos

O solo da área em estudo apresenta manchas de Luvisolo Crômico Órtico típico e Luvisolo Hipocrômico Órtico típico (Aguiar et al., 2006). A vegetação predominante na região é a caatinga, classificada fisicamente como Savana Estépica Florestada, marcada pela sazonalidade climática, com pelo menos seis meses de estiagem anual e a presença de árvores, na maioria semidecíduas, com estrato herbáceo de crescimento anual (Veloso et al., 1991).

A avaliação da produção de serrapilheira foi feita individualmente para cada espécie, sendo as plantas estudadas: o mofumbo (*Combretum leprosum* Mart.) pertencente à família das Combretaceae; o sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.); a jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir.); o jucá (*Libidibia férrea* (Mart. Ex Tul.) L.P. Queiroz); e a catingueira (*Poncianella piramydalis* (Tul.) L.P. Queiroz) pertencentes à família das Leguminosae; o pereiro (*Aspidosperma pyrifolium* Mart) da família Apocynaceae ; o pau-branco (*Cordia oncocalyx* Allemão) uma Boraginaceae e o marmeleiro (*Croton sonderianus* Muell. Arg.) pertencente a família Euphorbiaceae (Figura 1).

A escolha destas espécies foi baseada em um levantamento florístico realizado na área de vegetação da Caatinga estudada no período de outubro de 2008 a março de 2009, desenvolvido por Campanha et al. (2011), onde grande parte destas espécies são consideradas por estes autores as de maior destaque no levantamento florístico. Com apenas o mofumbo considerado um arbusto e as demais espécies pertencentes à

vegetação arbórea (Campanha & Araújo, 2010), sendo todas as espécies avaliadas na fase adulta.

Destaca-se que para cada espécie escolhida foi medido seu diâmetro do caule à altura do peito (1,30 m) e seus raios de projeção da copa, sendo em seguida realizado o cálculo da área de copa considerando-se uma forma elíptica, conforme Silva & Sampaio (2008).

A quantificação da serrapilheira das espécies foi realizada com o auxílio de coletores com as seguintes dimensões: 1,0 m de comprimento por 0,50 m de largura por 0,70 m de altura e fundo em tela de nylon com malha de 1 mm. Os coletores foram posicionados a 15 cm do solo, a fim de que o material depositado não entrasse em contato com o solo. A instalação dos coletores foi realizada ao acaso na projeção da copa das espécies avaliadas, sendo distribuído um coletor por espécie, sendo seis exemplares de cada espécie escolhidas de maneira aleatória no SAF. A avaliação foi realizada de janeiro a dezembro de 2015, sendo o material depositado no coletor recolhido uma vez por mês.

Após a coleta os materiais foram secos ao ar, separados nas frações folhas (fólios e pecíolos), caule (galhos e cascas), material reprodutivo (flores, frutos e sementes) e miscelânea (material de origem animal ou de difícil identificação). Posteriormente, todos os materiais foram colocados em sacos de papel, identificados por fração, secos em estufa a 65 °C até peso constante. Quantificou-se a produção de serrapilheira em suas frações, em cada mês do ano de 2015, considerando-se a massa produzida em função da área da copa; avaliou-se, ainda, a frequência média das frações em cada espécie; em ambos os casos se empregou a estatística descritiva.

De posse da quantidade média de material coletado de cada espécie durante o ano e, de sua área de copa, comparou-se cada componente do fracionamento entre as espécies. Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, sendo os tratamentos as espécies (8) e as repetições (6) cada árvores/arbusto em que foi realizada a quantificação. A produção de serrapilheira foi apresentada em gramas por metro quadrado (g m^{-2}) de copa e o fracionamento em porcentagem.

Para a realização das análises de macro (P, K, Ca, Mg, S) e micronutrientes (Cu, Fe, Zn, Mn e B), conforme descrito em Miyazawa et al. (2009), os materiais coletados foram divididos formando uma amostra composta e agrupados em dois períodos: chuvoso (janeiro a junho) e seco (julho a dezembro); sendo que para o teor de nitrogênio utilizou-se o método de combustão 990.03 (AOAC, 2002) empregando-se

auto-analizador Leco CN628 (Leco Corp., St. Joseph, MI, EUA); em seguida, os materiais foram moídos em moinho tipo Willey, para posterior análise. De posse dos dados de produção de serrapilheira e teor de nutrientes por espécies calculou-se o acúmulo de nutrientes (acúmulo = massa seca x teor do nutriente).

De posse dos dados empregou-se o teste F e, quando significativo, executou-se o teste de comparação de médias de Scott Knott ($p < 0,05$), utilizando o *software* SISVAR (Ferreira, 2011). Ainda, para os dados de produção de serrapilheira e acúmulo de nutrientes apresentou-se a frequência destas variáveis ao longo do ano, por mês. Para verificação de quantidades aportadas de nutrientes em cada período do ano computou-se a soma dos valores acumulados no período chuvoso (janeiro a junho) e no período seco (julho a dezembro).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

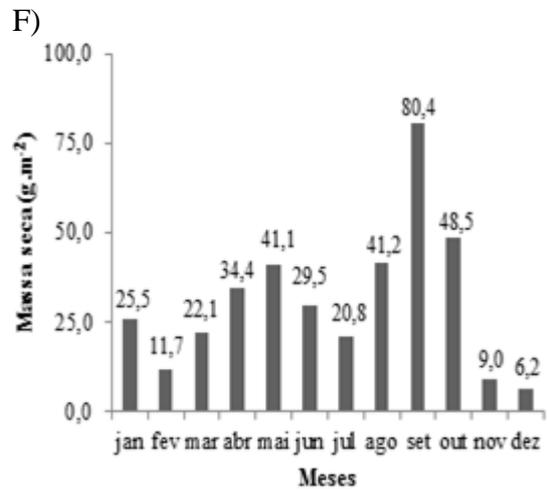
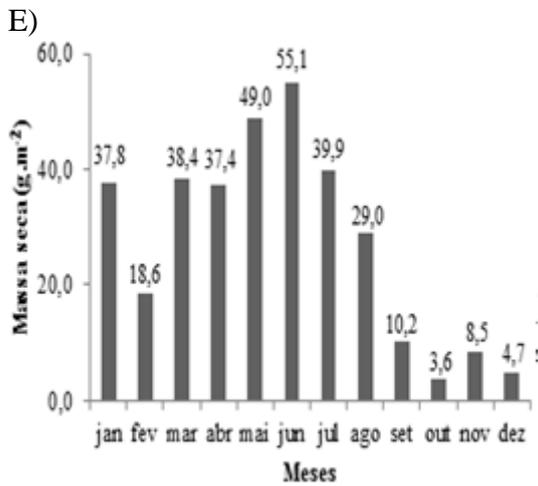
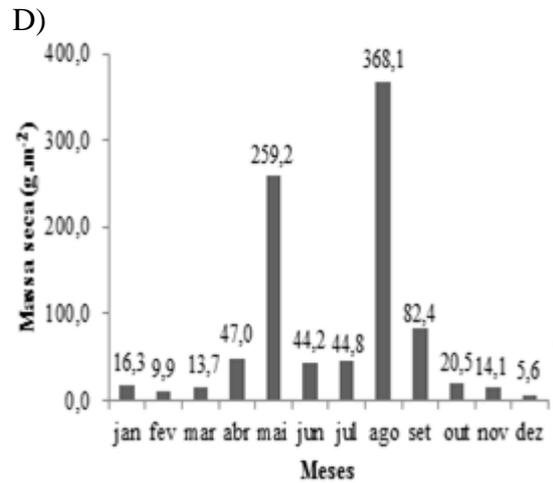
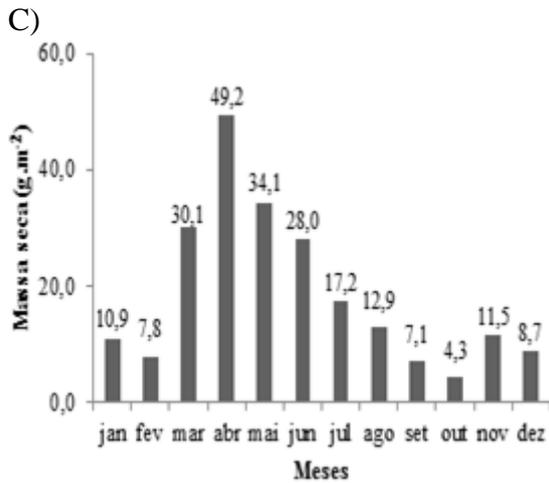
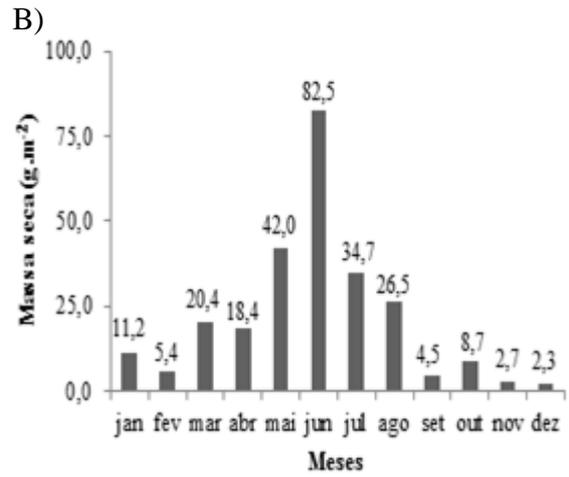
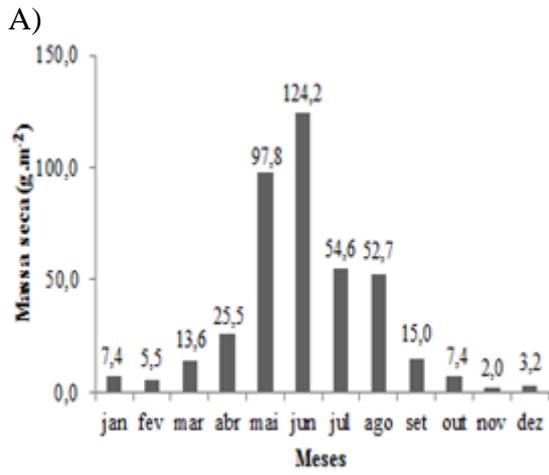
Em função da escolha aleatória dos exemplares das espécies, calculou-se a área da copa, com base nos dados do diâmetro à altura do peito e raios das espécies conforme preconizado por Silva & Sampaio (2008). Verifica-se que as maiores e as menores áreas de copa foram $52,23 \text{ m}^2$ para o pau-branco e $9,66 \text{ m}^2$ para o marmeleiro (Tabela 1).

Tabela 1 - Valores médios do diâmetro à altura do peito (DAP) e dos raios e áreas de projeção da copa de oito espécies lenhosas da caatinga

Espécies	DAP	CV _{DAP}	Raio 1	CV _{Raio1}	Raio 2	CV _{Raio2}	Área da copa ¹	CV _{Área da copa}
	cm	%	m	%	m	%	m ²	%
Mofumbo	3,2	6,4	2,1	14,1	2,1	26,9	14,3	39,2
Sabiá	15,8	14,3	2,8	29,4	2,7	19,7	24,4	41,7
Jurema-preta	10,1	41,8	2,7	31,6	2,9	22,7	24,8	52,2
Jucá	13,5	39,6	3,6	30,4	3,6	21,2	42,2	43,1
Catingueira	18,5	13,2	3,7	19,0	3,5	18,1	40,7	24,6
Pereiro	14,5	26,2	2,8	20,4	2,7	12,6	24,0	27,5
Pau-branco	18,7	10,2	4,2	12,6	3,9	16,9	52,2	29,3
Marmeleiro	10,4	37,0	1,8	23,8	1,7	32,4	9,7	50,7

¹Área da elipse: $\pi * r1 * r2$

A maior produção de serrapilheira ocorreu na transição do período chuvoso para o período seco (Figura 3), corroborando com o observado por Carvalho (2003); Andrade et al. (2008) e Costa et al. (2010).



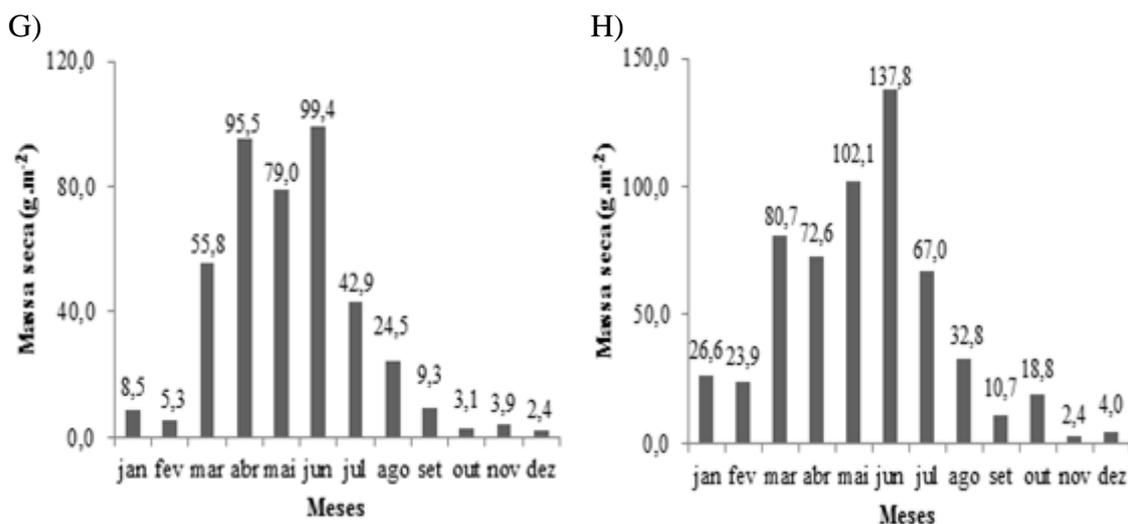


Figura 3 - Produção mensal de serrapilheira das espécies mofumbo (A), sabiá (B), jurema-preta (C), jucá (D), catingueira (E), pereiro (F), pau-branco (G) e marmeleiro (H) em área de sistema agrossilvipastoril.

Isso evidencia que a maioria das plantas da Caatinga são adaptadas aos períodos secos do ano, perdendo suas folhas, cujas árvores são chamadas de caducifólias, fato que, segundo Santana & Souto (2011), reduz as perdas de água por transpiração.

Considerando a produção por indivíduo, verifica-se que a espécie que apresentou maior produção foi o jucá, atingindo dois picos de produção de serrapilheira, de 259,2 e 368,1 g m⁻² nos meses de maio e agosto, respectivamente. Isso pode ter ocorrido em função da grande emissão de flores durante o mês de maio, seguida da produção de vagens no mês de agosto (Figura 3D). Esta grande produção de flores pode ser utilizada na coleta apícola de pólen e néctar, além de ser considerada uma planta útil como forrageira e medicinal (Araújo Filho, 2013).

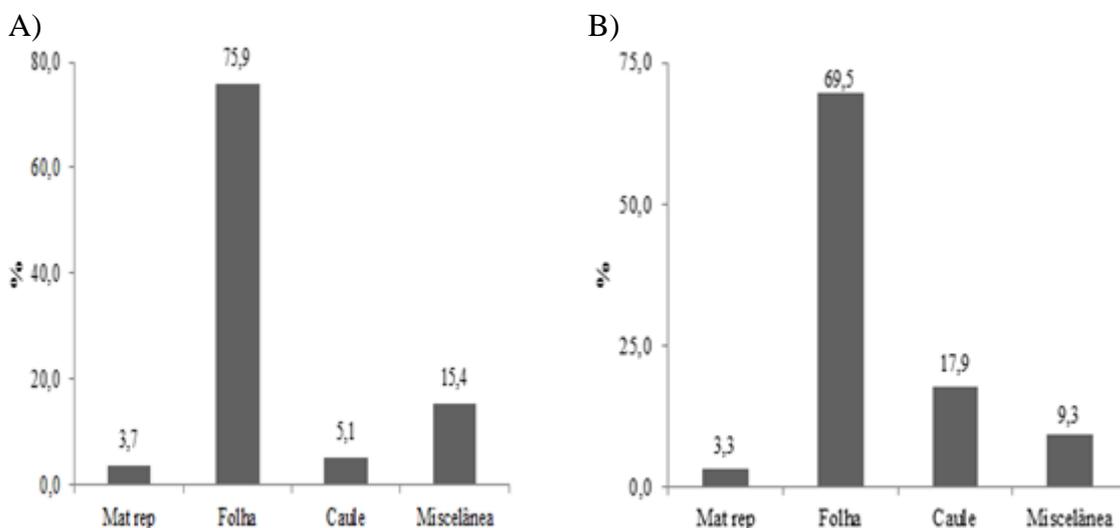
A jurema-preta obteve 49,2 g m⁻² de serrapilheira em abril, sendo este o mês mais produtivo, entretanto, foi a espécie com menor produção de serrapilheira, pois é uma planta considerada perenifólia ou caducifólia tardia. De acordo com Araújo Filho (2013), esta espécie apresenta o mesmo comportamento em quase todos os sítios da caatinga, mantendo sua folhagem durante os primeiros meses da estação seca, em áreas ou anos mais secos (Figura 3C). O pereiro também pode ser considerado uma planta caducifólia tardia, pois perdeu suas folhas no final do período seco, com maior pico de queda de material entre os meses de setembro e outubro; segundo o mesmo autor, algumas destas espécies, dependendo do clima e do tipo de solo, se comportam como perenifólias (Figura 3F).

As demais espécies apresentaram comportamento semelhante, com queda das folhas entre o meio do período chuvoso e o início do período seco, correspondendo aos meses de março a junho; verifica-se, ainda, que durante o período de avaliação o mofumbo, o sabiá, a catingueira, o pau-branco e o marmeleiro perderam suas folhas mais precocemente (Figuras 3A, 3B, 3E, 3G e 3H, respectivamente).

A menor produção de serrapilheira foi observada entre os meses de novembro e dezembro para a maioria das espécies, mas, segundo Lopes et al. (2009), este é um comportamento esperado para as plantas da Caatinga, já que a quase totalidade das árvores apresenta comportamento caducifólio e, por isso, perdem suas folhas na época seca do ano (Figura 3).

A produção de serrapilheira mostrou-se ininterrupta ao longo do ano; no entanto, houve baixa produção no início do período chuvoso, o que, de acordo com Souto (2006), pode ser explicado pela renovação da folhagem, favorecida pela ocorrência das chuvas, permitindo assim, períodos fotossinteticamente mais ativos das folhas novas que irão produzir e acumular reservas nutritivas para desencadear toda fenologia das espécies no período de maior suprimento hídrico, que na região semiárida é bastante limitado.

A porcentagem das frações de serrapilheira das oito espécies avaliadas se representou na seguinte ordem decrescente (Figura 4): folha > miscelânea > caule > material reprodutivo para o mofumbo, a jurema-preta e o pereiro; para o sabiá e a catingueira a ordem foi: folha > caule > miscelânea > material reprodutivo; para o marmeleiro a ordem foi a seguinte: folha > caule > material reprodutivo > miscelânea; para o pau-branco a ordem foi: folha > material reprodutivo > miscelânea > caule; e, por fim, para o jucá, a ordem foi: material reprodutivo > folha > caule > miscelânea.



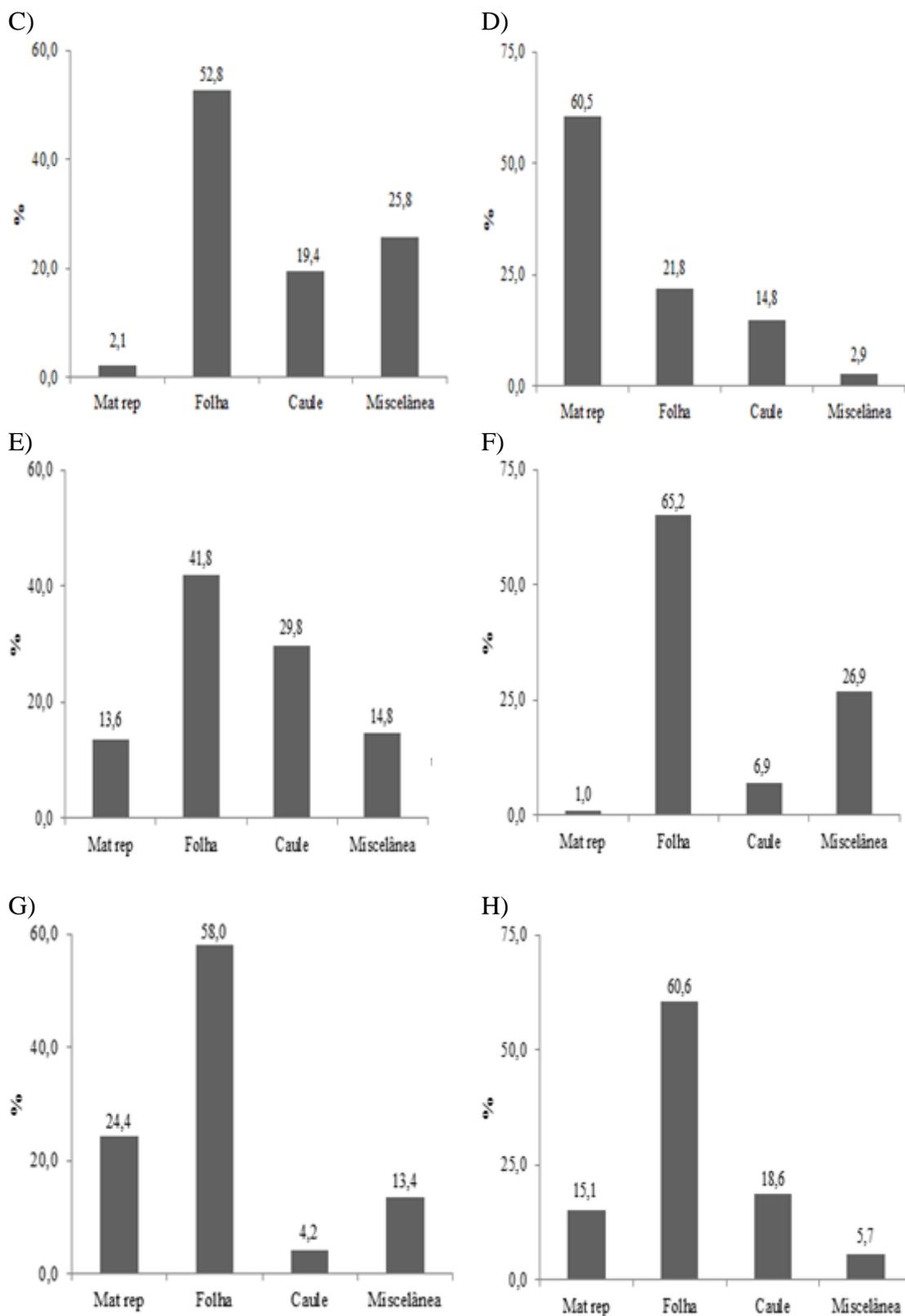


Figura 4 - Porcentagem de serrapilheira das frações folhas, caule, material reprodutivo e miscelânea das espécies mofumbo (A), sabiá (B), jurema-preta (C), jucá (D), catingueira (E), pereiro (F), pau-branco (G) e marmeleiro (H) em área de sistema agrossilvipastoril.

Nota-se que a fração folhas foi predominante em todas as espécies, com exceção do jucá. O mofumbo teve a maior produção, com 75,9 % de todo o material decíduo representado por folhas (Figura 4A), seguido das espécies sabiá, pereiro, marmeleiro, pau-branco, jurema e catingueira, com 69,5; 65,2; 60,6; 58,0; 52,8 e 41,8%, respectivamente (Figuras 4B, 4F, 4H, 4G, 4C e 4E, respectivamente). Essa maior produção da fração folhas ocorreu no mês de junho para a maioria das espécies, correspondendo ao final do período chuvoso. Segundo Andrade et al. (2008), isso está relacionado com a resposta da vegetação ao estresse hídrico, promovendo queda das folhas, prevenindo a alta perda de água por transpiração, sendo esta uma das características fenológicas das plantas da Caatinga.

De acordo com Costa et al. (2010), as folhas são de fundamental importância para a realização da fotossíntese e da transpiração vegetal, que são processos que demandam grandes quantidades de água. Assim, durante o período seco no bioma Caatinga, as plantas perdem suas folhas como um mecanismo adaptativo ao estresse hídrico a que são submetidas.

Segundo Pinto et al. (2009), essa grande representatividade da fração foliar em relação às outras frações permite o emprego desta como um indicador de produção de serrapilheira em diferentes ecossistemas florestais, e que do ponto de vista da ciclagem de nutrientes, as folhas representam a via mais rápida de retorno e mais rica em nutrientes, o que configura uma estratégia das árvores na utilização de nutrientes para seu crescimento.

A fração caule foi o constituinte da serrapilheira que apresentou a segunda maior produção de biomassa, depois das folhas, nas espécies sabiá, catingueira e marmeleiro (Figuras 4B, 4E e 4H). Ao longo das coletas observou-se que estas espécies liberam quantidades consideráveis de cascas, além de galhos finos, em função das plantas estarem sem folhas e, segundo Santana (2005), ficam expostas ao vento e as primeiras chuvas do ano. Este autor afirma, ainda, que essa fração é importante, pois, contribui com expressiva biomassa de serrapilheira em todos os biomas.

A produção da fração material reprodutivo foi sempre superior durante a estação chuvosa, período em que as plantas iniciam a fase de floração e frutificação. A espécie jucá foi a que apresentou maior porcentagem de material reprodutivo em relação ao total coletado, com 60,5% da produção (Figura 4D). Esse resultado é explicado em função dos materiais (vagens e flores) apresentarem alta densidade, fato que elevou a porcentagem desta fração.

Com relação à fração miscelânea, as plantas de mofumbo, jurema-preta e pereiro foram as espécies com a segunda maior produção, com 15,4; 25,8 e 26,9 %, respectivamente (Figuras 4A, 4C e 4F, respectivamente). Esse fato pode ser explicado em função do ataque de lagartas sofrido pelas plantas, observado durante as coletas no início do período chuvoso. Para Souto (2006), com a ocorrência das chuvas, existe maior oferta de alimento para os insetos e pássaros, o que contribui para a maior produção de fezes e partes de insetos mortos.

Andrade et al. (2003) afirmam que a serrapilheira é responsável por fornecer matéria orgânica e nutrientes para os organismos do solo e para as plantas, acarretando em manutenção e melhorias nos atributos físicos, químicos e biológicos do solo.

No anexo (I) estão apresentados os valores obtidos para teores de macro e micronutrientes das serrapilheiras em função das espécies estudadas.

Na Tabela 2 encontra-se o total acumulado no ano dos macro e micronutrientes, bem como a biomassa da serrapilheira das espécies estudadas.

Os maiores acúmulos para os macronutrientes N, P, K e S e para os micronutrientes Cu e Zn foram verificados na espécie jucá; as espécies sabiá e jurema-preta apresentaram os menores acúmulos para todos os macronutrientes e para os micronutrientes Cu, Zn e B (Tabela 2).

Tabela 2 - Total acumulado de macro e micronutrientes e biomassa da serrapilheira das oito espécies estudadas no ano de 2015

Espécie	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B	Biomassa
	----- mg m ⁻² -----						----- ug m ⁻² -----				g m ⁻²	
Mofumbo	5115,7	237,0	2562,8	6367,5	1060,0	458,3	2874,6	72310,9	7718,9	26889,5	17591,0	376,3
Sabiá	4090,5	156,0	1267,4	5732,3	432,3	268,7	1990,7	53155,7	4123,2	11171,6	14855,2	259,3
Jurema	4484,2	142,2	579,2	1685,3	363,0	289,6	1620,5	84132,4	3699,4	15509,4	5698,2	216,2
Jucá	12889,9	1258,3	7945,0	9504,7	942,0	1319,0	4358,1	70736,5	20911,2	15982,1	21104,2	991,1
Catingueira	5361,7	312,9	1724,9	6385,6	270,1	359,9	2732,4	65558,5	8808,1	11525,8	16150,6	330,5
Pereiro	5474,2	338,6	2398,8	6391,1	2270,5	619,3	3702,9	96038,9	9039,8	16210,3	19548,2	369,1
Pau branco	8167,5	707,5	4806,6	7565,9	1487,0	780,8	4233,9	91240,1	11085,8	25327,1	22612,3	430,2
Marmeleiro	9602,4	637,0	3558,9	10152,2	1701,2	841,3	4312,8	169009,2	12762,8	116618,2	21277,0	579,3

A ordem decrescente de macro e micronutrientes acumulados na serrapilheira para a espécie mofumbo foi: Ca>N>K>Mg>S>P e Fe>Mn>B>Zn>Cu; para o sabiá: Ca>N>K>Mg>S>P e Fe>B>Mn>Zn>Cu; para a jurema: N>Ca>K>Mg>S>P e Fe>Mn>B>Zn>Cu; para o jucá: N>Ca>K>S>P>Mg e Fe>B>Zn>Mn>Cu; para a catingueira: Ca>N>K>S>P>Mg e Fe>B>Mn>Z>C; para o pereiro Ca>N>K>Mg>S>P e Fe>B>Mn>Zn>Cu; para o pau-branco: N>Ca>K>Mg>S>P e Fe>Mn>B>Zn>Cu; e, para o marmeleiro foi: Ca>N>K>Mg>S>P e Fe>Mn>B>Zn>Cu (Tabela 2).

Verifica-se que o cálcio foi o nutriente acumulado em maiores quantidades pela maioria das espécies, sendo superior ao nitrogênio, que foi encontrado em maiores quantidades apenas na serrapilheira das espécies jurema, jucá e pau-branco. Segundo Godinho et al. (2014), isso ocorre pelo fato do cálcio ser um componente estrutural das células do tecido vegetal, tendendo assim a ser um dos últimos a ser liberado para o solo via decomposição da serrapilheira. Além disso, o cálcio é um elemento pouco móvel no floema das plantas, dificultando sua redistribuição para outros órgãos mais jovens e, facilitando sua permanência nas folhas que caem. Entre os micronutrientes ressalta-se que o Fe esteve presente em maiores quantidades.

Na Tabela 3 encontra-se o acúmulo de nutrientes e a biomassa nos períodos chuvoso e seco para cada espécie avaliada.

Tabela 3 – Acúmulo de nutrientes e biomassa da serrapilheira de oito espécies da Caatinga nos períodos seco e chuvoso

Espécie	N		P		K		Ca		Mg		S	
	¹ Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco
	mg m^{-2}											
Mofumbo	561,5	291,1	25,2	14,3	244,6	182,5	660,7	400,6	107,6	69,0	42,0	34,4
Sabiá	446,6	235,1	18,9	7,1	166,5	44,7	614,2	341,2	55,7	16,3	28,2	16,6
Jurema	606,6	140,8	18,4	5,3	67,5	29,0	202,3	78,6	43,7	16,8	35,4	12,9
Jucá	1424,0	724,3	110,6	99,1	643,5	680,6	597,4	986,7	79,2	77,8	105,4	114,4
Catingueira	715,5	178,1	39,1	13,1	186,7	100,8	685,4	378,8	31,1	14,0	42,0	18,0
Pereiro	529,7	382,7	29,2	27,2	155,1	244,7	442,8	622,4	152,0	226,4	45,7	57,5
Pau branco	1092,7	268,5	97,4	20,6	654,4	146,7	967,7	293,3	187,1	60,7	100,5	29,6
Marmeleiro	1266,1	334,3	85,6	20,6	490,3	102,9	1276,6	415,4	236,6	46,9	108,6	31,6
	Cu		Fe		Zn		Mn		B		Biomassa	
	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco
	ug m^{-2}										g m^{-2}	
Mofumbo	347,9	131,2	7929,8	4122,0	867,9	418,6	2807,7	1673,9	1852,8	1079,1	40,2	22,5
Sabiá	125,5	206,3	4961,8	3897,5	456,0	231,2	1148,3	713,7	1753,2	722,6	30,0	13,2
Jurema	199,2	70,9	10042,9	3979,2	426,1	190,5	1899,9	685,0	721,9	227,8	25,7	10,3
Jucá	520,4	205,9	7825,5	3964,0	1875,2	1610,0	1588,6	1075,1	1460,0	2057,4	76,4	88,8
Catingueira	349,5	105,9	8843,9	2082,6	1007,3	460,7	1229,9	691,1	1673,1	1018,7	39,4	15,7
Pereiro	290,3	326,8	7725,9	8280,6	760,2	746,5	1169,5	1532,2	1194,9	2063,2	27,4	34,1
Pau branco	592,0	113,7	8830,8	6375,9	1414,7	433,0	2925,6	1295,6	2925,4	843,3	57,2	14,5
Marmeleiro	511,6	207,2	21430,9	6737,3	1664,3	462,9	15712,9	3723,4	2707,8	838,3	73,9	22,6

¹Período chuvoso (janeiro a junho); período seco (julho a dezembro).

É no período chuvoso do ano que se observa maior aporte de nutrientes pela produção de serrapilheira e de acordo com Pereira Filho et al. (2013) normalmente a maior disponibilidade de forragem ocorre na estação chuvosa e à medida que se caracteriza o período de estiagem, as folhas senescentes das plantas lenhosas são incorporadas à dieta dos animais e podem representar o único recurso forrageiro disponível a estes em alguns tipos de Caatinga.

Observa-se que para os macronutrientes das serrapilheiras das espécies mofumbo e sabiá, o maior pico ocorreu no mês de junho, com maior acúmulo para Ca e N (Figura 5A e 6A, respectivamente); no caso dos micronutrientes, o Fe apresentou o maior acúmulo, seguido pelo manganês e pelo boro na espécie mofumbo (Figura 5B); porém, para o sabiá verificam-se dois picos de acúmulo, um no mês de junho para Fe, B e Mn e outro pico em outubro, apenas para o Fe (Figura 6B).

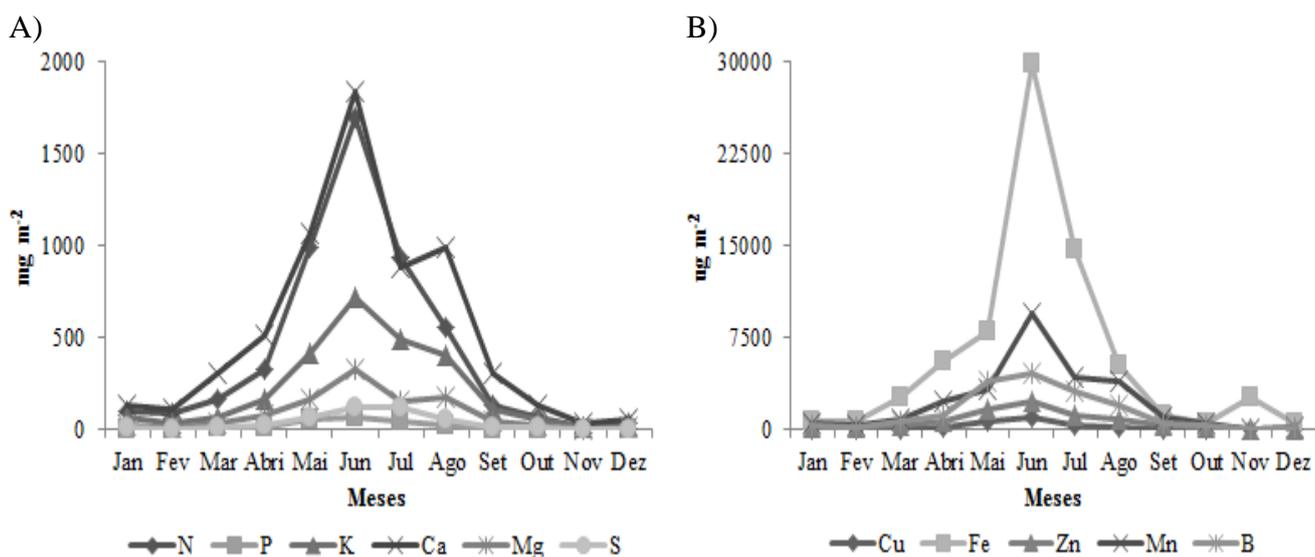


Figura 5 – Acúmulo mensal de macronutrientes (A) e micronutrientes (B) da serrapilheira do mofumbo no ano de 2015.

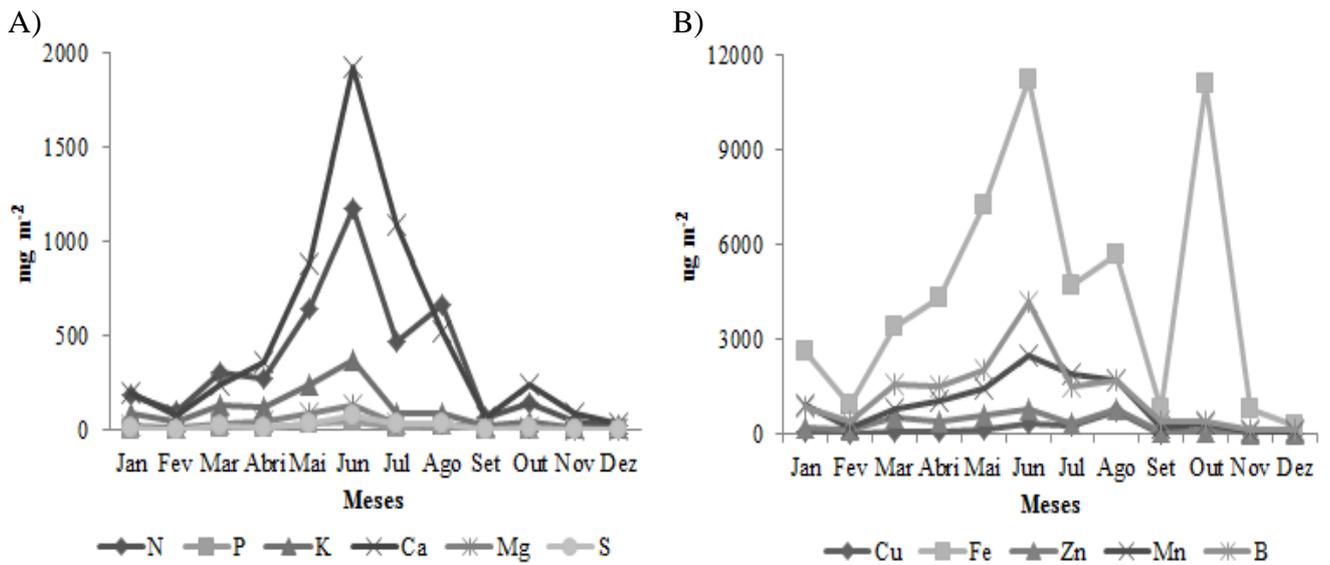


Figura 6 - Acúmulo mensal de macronutrientes (A) e micronutrientes (B) da serrapilheira do sabiá no ano de 2015.

Para a espécie jurema verifica-se maior acúmulo de N (Figura 7A) e Fe (Figura 7B) no mês de abril. Para o jucá observa-se o mesmo comportamento de sua produção (Figura 3D), com dois picos: o primeiro no mês de maio, com maior acúmulo de N e, o segundo no mês de agosto, com o acúmulo de Ca superando o de N (Figura 8A). O mesmo comportamento foi observado para os micronutrientes, sendo o Fe superior aos demais (Figura 8B).

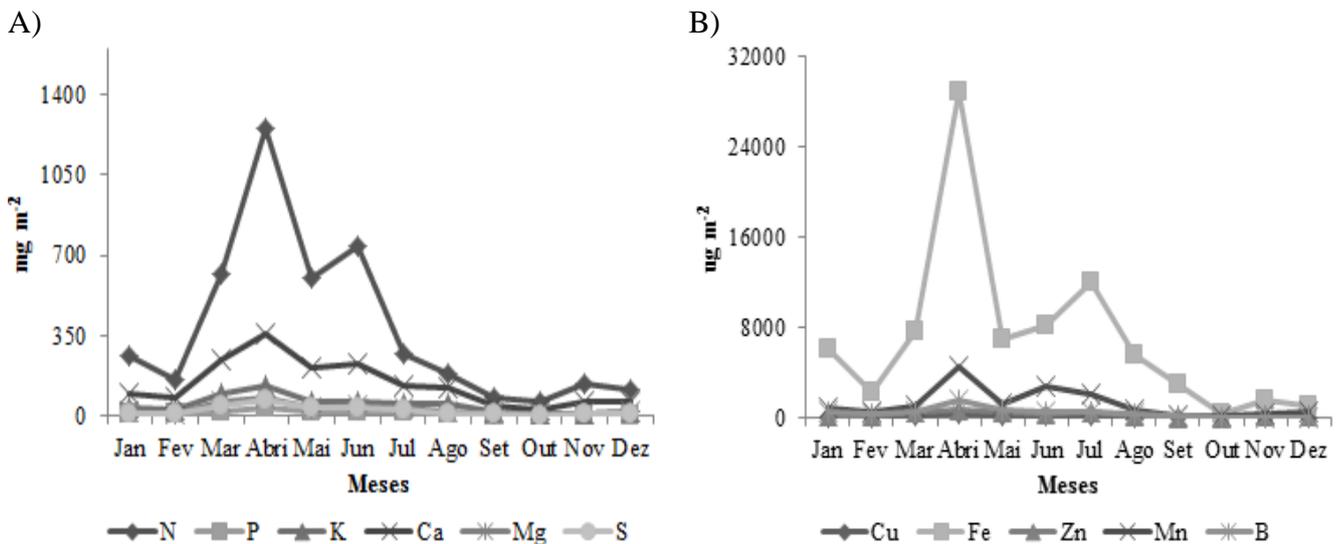


Figura 7 - Acúmulo mensal de macronutrientes (A) e micronutrientes (B) da serrapilheira de jurema-preta no ano de 2015.

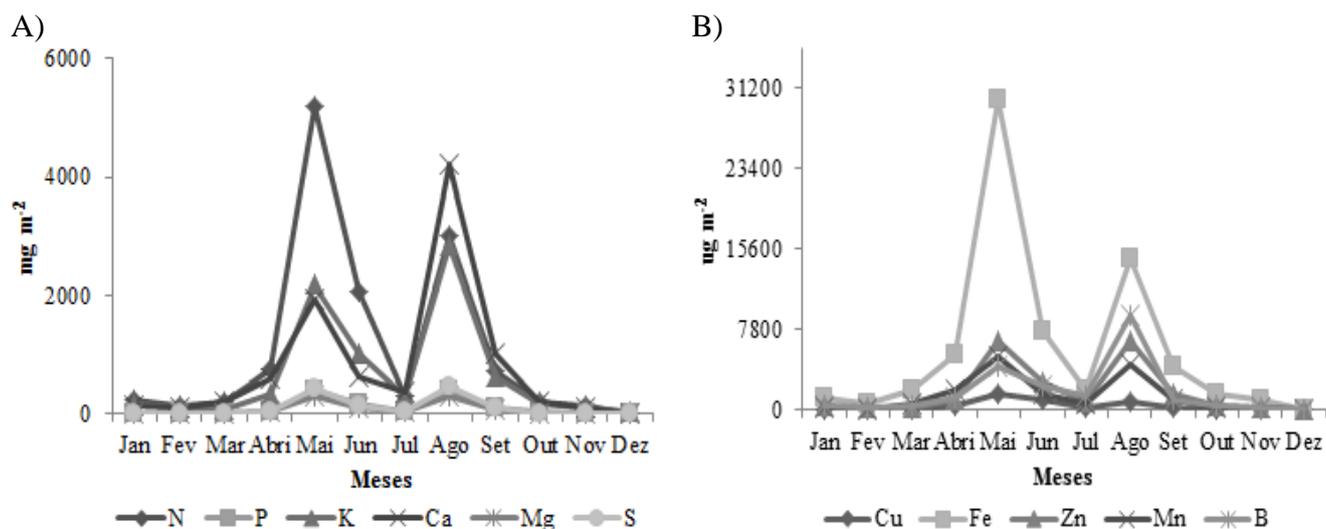


Figura 8 - Acúmulo mensal de macronutrientes (A) e micronutrientes (B) da serrapilheira de jucá no ano de 2015.

Para a serrapilheira das espécies catingueira, pereiro, pau-branco e marmeleiro são observados maiores acúmulos para os nutrientes N, Ca, K e Fe (Figuras 9, 10, 11 e 12, respectivamente), variando entre as espécies apenas os meses de maior acúmulo. A catingueira apresentou maiores picos entre os meses de março e agosto (Figura 9A). No pereiro é observado maior acúmulo de N no mês de maio e, no mês de setembro, há maior acúmulo de Ca (Figura 10A). A serrapilheira do pau-branco mostrou maior acúmulo para os elementos N, Ca e K nos meses de abril e junho (Figura 11A). A espécie marmeleiro apresentou maior acúmulo dos nutrientes N e Ca na sua serrapilheira no início de março até atingir seus maiores picos no mês de junho (Figura 12A). Com relação ao acúmulo de micronutrientes, o Fe sempre demonstra superioridade aos demais, (Figuras 9B, 10B, 11B e 12B). Entretanto, para a espécie marmeleiro, o Mn apresenta acúmulo semelhante ao do Fe.

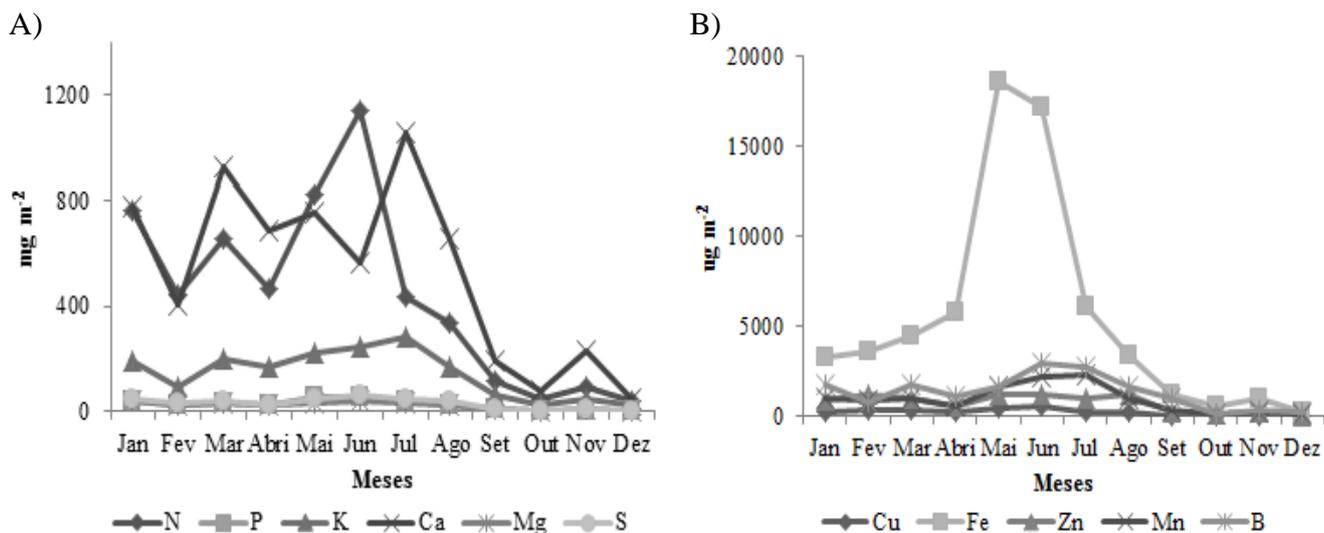


Figura 9 - Acúmulo mensal de macronutrientes (A) e micronutrientes (B) da serrapilheira de catingueira no ano de 2015.

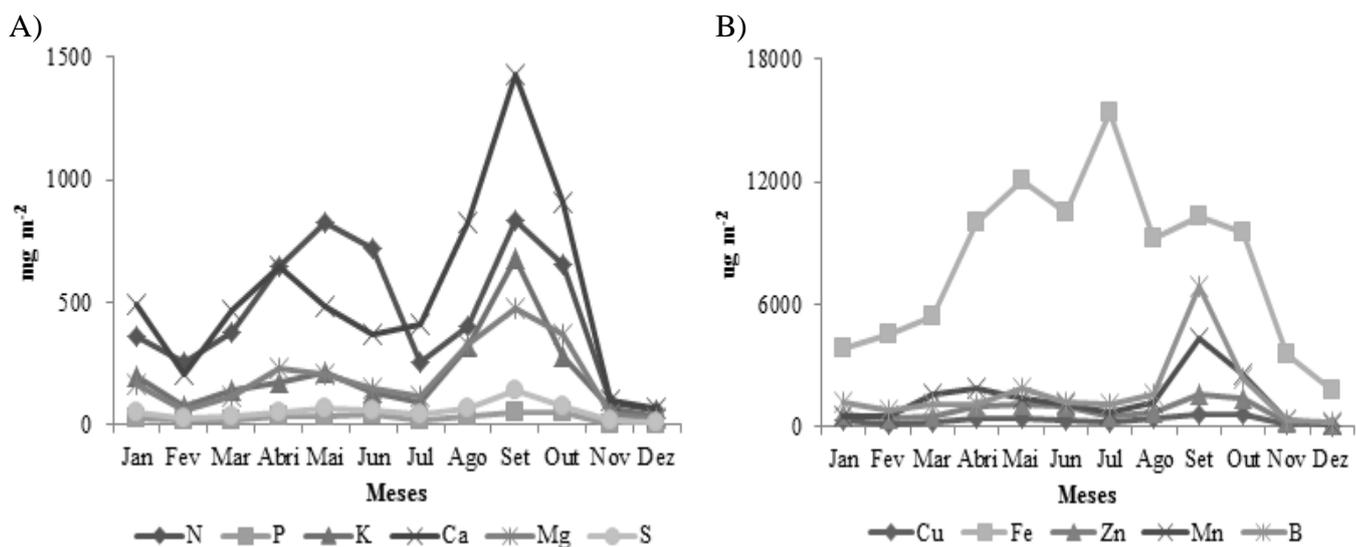


Figura 10 - Acúmulo mensal de macronutrientes (A) e micronutrientes (B) da serrapilheira de pereiro no ano de 2015.

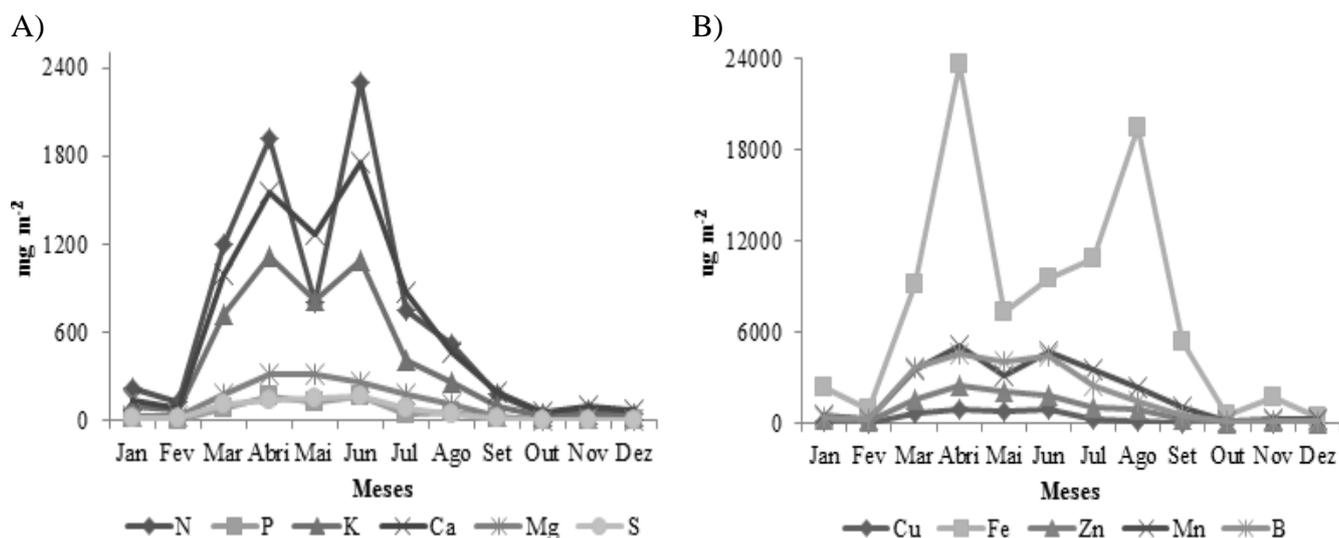


Figura 11 - Acúmulo mensal de macronutrientes (A) e micronutrientes (B) da serrapilheira do pau-branco no ano de 2015.

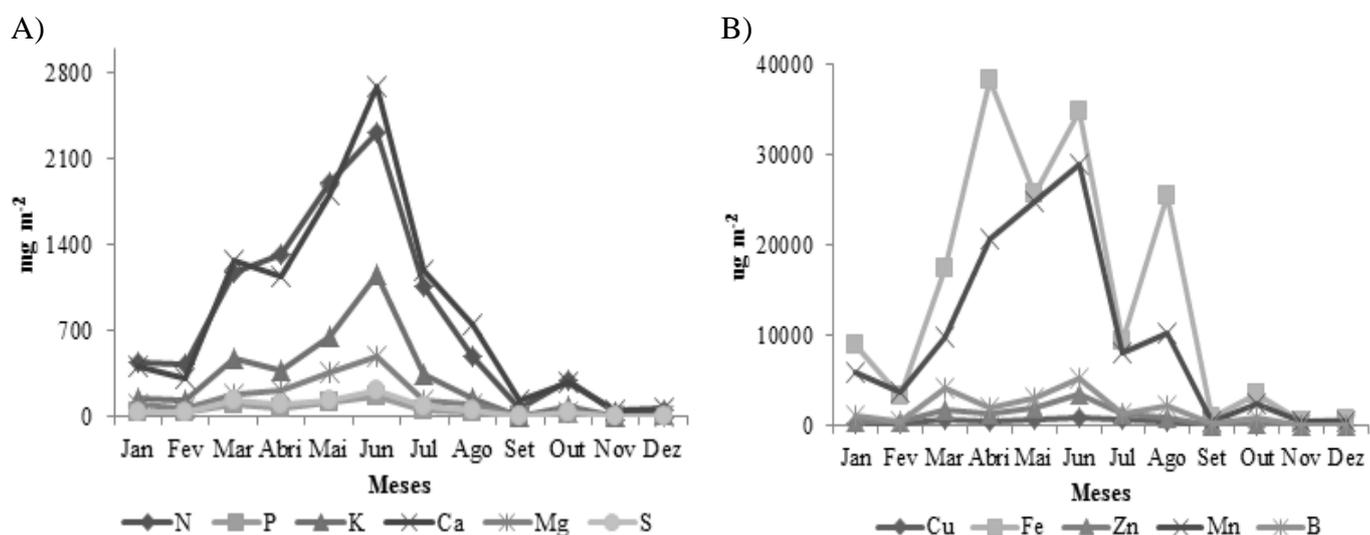


Figura 12 - Acúmulo mensal de macronutrientes (A) e micronutrientes (B) da serrapilheira do marmeleiro no ano de 2015.

Constata-se que para todas as espécies, os maiores acúmulos acompanharam a tendência de maiores produções de serrapilheira. De modo geral, o acúmulo de Ca, N e Fe foram os maiores em todas as espécies, apresentando maiores valores entre os meses do período chuvoso e início do período seco. Os elementos P, K, Mg e S apresentaram baixo acúmulo nesse período.

Segundo Larcher (2006), elementos essenciais como N, P e S, que estão ligados a substâncias orgânicas, são facilmente translocados, assim como os íons alcalinos,

especialmente o K. Estes elementos são móveis estando em altas concentrações nas folhas jovens e, com o envelhecimento, são redistribuídos. Por outro lado, íons de baixa mobilidade no floema das plantas, como o Ca, são acumulados continuamente nas folhas.

Caldeira (2003) afirma que os diferentes conteúdos de macronutrientes na serrapilheira podem estar relacionados com a mobilidade dos bioelementos dentro da planta. A ciclagem biogeoquímica, de modo geral, é a via pela qual os elementos de baixa mobilidade na planta são reciclados, uma vez que para esses nutrientes a ciclagem bioquímica torna-se pouca expressiva, contrariamente ao que ocorre com os nutrientes de alta mobilidade.

De acordo com Godinho et al. (2013), os baixos teores de K na serrapilheira estão relacionados com as pequenas taxas desse nutriente na ciclagem biogeoquímica, contrariamente às de Ca, nutriente cujos teores acumulados na serrapilheira são muitas vezes superiores aos existentes nos componentes da biomassa acima do solo.

O K por ser encontrado na forma iônica e, por não fazer parte de qualquer estrutura da planta (Meurer, 2006), pode ser facilmente lixiviado durante o período das chuvas. Com relação ao Mg, este elemento é componente da molécula de clorofila, correspondendo a 2,7% do seu peso molecular e representa cerca de 10% do teor total de Mg da folha (Vitti et al., 2006). De acordo com Brun (2004), o Mg tem seus teores reduzidos nas folhas devido à oxidação da clorofila, que ocorre quando o órgão inicia sua senescência.

Com relação aos micronutrientes, o Fe foi o que apresentou maiores valores. Este elemento é acumulado preferencialmente nas folhas, pois, participa da síntese de clorofila e do metabolismo do nitrogênio (Larcher, 2006). Conforme foi observado nas Figuras 4A, 4B, 4C, 4E, 4F, 4G e 4H, as folhas são a fração de maior participação da serrapilheira nestas espécies, elevando o acúmulo de ferro.

Brun et al. (2010), avaliando o comportamento dos micronutrientes em florestas naturais do Sul do Brasil, verificaram que em termos gerais, a fração mais rica em micronutrientes foi o compartimento foliar, uma vez que a maioria destes elementos têm suas funções relacionadas à síntese de compostos e à ativação de enzimas, aspectos bastante ligados à fotossíntese.

Considerando os valores médios no intervalo de doze meses compararam-se as espécies para cada fração mensurada (Tabela 4).

Tabela 4 - Valores médios das frações de serrapilheira produzida para cada espécie por área de copa (período de doze meses)

Espécie	Material Reprodutivo	Folha	Caule	Miscelânea	Total
----- g m ⁻² -----					
Mofumbo	11,2 b ¹	306,6 a	19,6 c	45,9 b	383,3 b
Sabiá	7,7 b	174,3 b	39,6 c	19,4 c	240,9 b
Jurema-Preta	4,6 b	103,2 c	39,1 c	26,2 c	172,7 b
Jucá	559,9 a	205,8 b	163,7 a	14,7 c	944,1 a
Catingueira	44,8 b	124,9 c	81,2 b	42,1 b	293,1 b
Pereiro	2,3 b	234,0 b	22,7 c	75,8 a	334,7 b
Pau-Branco	38,9 b	221,4 b	16,2 c	58,1 b	334,6 b
Marmeleiro	54,3 b	330,9a	95,2 b	26,2 c	506,7 b
Teste F	**	**	**	**	**
CV (%)	40,3	31,1	38,4	54,8	38,3

¹Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott Knott ao nível de significância de 5% de probabilidade.

Verifica-se que o jucá apresentou a maior produção de serrapilheira por metro quadrado, com quase um quilo (944,1 g), sendo superior as demais espécies. Logo, devido às características morfológicas e fisiológicas que variam individualmente em cada espécie, os resultados mostraram-se bastante variáveis entre os indivíduos, o que pode ser verificado pelos valores do coeficiente de variação. Colaborou para este resultado, o fato do jucá apresentar maiores produções nas frações material reprodutivo e caule, justificado por possuir lenho e vagens muito pesados, que segundo Araújo Filho (2013), possuem densidade específica de 1.100 kg m⁻³ e, por isso, é conhecido popularmente como pau-ferro.

Para a fração caule, novamente houve superioridade do jucá; no entanto, a catingueira e o marmeleiro foram superiores nesta variável, em relação às demais espécies (Tabela 4).

Na fração folhas podem-se verificar alguns grupos, sendo as maiores produções apresentadas pelo marmeleiro e mofumbo, com 330,9 e 306,6 g m⁻², respectivamente, seguidos pelo jucá, pau-branco, pereiro e sabiá, que se sobressaíram em relação à catingueira e à jurema-preta. A menor produção observada nestas duas espécies pode ser em função de suas características anatômicas, como folhas compostas apresentando pequenos folíolos, podendo estar sujeitas às perdas por carreamento do vento.

Com relação à miscelânea, a espécie que apresentou as maiores quantidades coletadas foi o pereiro com 75,8 g m⁻², seguido da catingueira, mofumbo e pau-branco,

sendo estes superiores às demais espécies. A possível justificativa para este resultado do pereiro foi o ataque de lagarta sofrida por esta espécie durante o período chuvoso, ocasionando grandes quantidades de excretas (fezes), levando a esse resultado.

4. CONCLUSÃO

A espécie jucá (*Libidibia férrea*) apresentou maior produção e maior acúmulo de nutrientes na sua serrapilheira; no entanto, a espécie catingueira apresenta produção melhor distribuída ao longo do ano, podendo apresentar maior contribuição na deposição de resíduos e nutrientes para o solo.

A fração folhas tem maior representatividade em todas as espécies, com exceção do jucá, apresentando forte relação com o regime de chuvas, com pico de produção após esse período.

O nutriente cálcio apresenta maior acúmulo na serrapilheira para as espécies mofumbo, sabiá, catingueira, pereiro e marmeleiro, enquanto para as espécies jurema-preta, jucá e pau-branco o nitrogênio é o elemento mais acumulado.

O micronutriente ferro possui maior acúmulo na serrapilheira para todas as espécies avaliadas.

O acúmulo de nutrientes contidos na serrapilheira das espécies demonstra que esta é uma importante via de transferência de nutrientes da vegetação da Caatinga para o solo, principalmente no período chuvoso do ano.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, M.I.; MAIA, S.M.F.; OLIVEIRA, T.S. et al. Perdas de solo, água e nutrientes em sistemas agroflorestais no município de Sobral – CE. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, p. 270-278, 2006.
- ALVES, J.J.A.; ARAÚJO, M.A.; NASCIMENTO, S. S. Degradação da caatinga: uma investigação ecogeográfica. **Revista Caatinga**, v. 22, p.126-135, 2009.
- ANDRADE, A.G.; TAVARES, S.R.L.; COUTINHO, H.L.C. Contribuição da serapilheira para recuperação de áreas degradadas e para manutenção da sustentabilidade de sistemas agroecológicos. **Informe Agropecuário**, v.24, p.55-63, 2003.
- ANDRADE, R.L.; SOUTO, J.S.; SOUTO, P.C. et al. Deposição de Serapilheira em Área de Caatinga na RPPN “fazenda tamanduá”, Santa Terezinha – PB. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.21, p.223-230, 2008.
- AOAC Official Method 990.03. **Protein (crude) in animal feed, combustion method. Official Methods of Analysis of AOAC International**. 18th edition. AOAC International, Arlington, VA, USA; 2002 (p. 30–31 (Chapter 4)).

- ARAÚJO FILHO, J. A. **Manejo Pastoril Sustentável da Caatinga**. – Recife, PE: Projeto Dom Helder Camara, 2013. 200p.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Bioma Caatinga: Disponível em: ><http://www.mma.gov.br/biomas/caatinga><. Acesso em: 08 de novembro de 2015.
- BRUN, E. J. **Biomassa e nutrientes na floresta Estacional Decidual, em Santa Tereza, RS**. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004. 136f.
- BRUN, E.J.; BRUN, F.G.K.; CORRÊA, R.S.. et al. Dinâmica de micronutrientes na biomassa florestal em estágios sucessionais de floresta Estacional Decidual, RS, Brasil. *Revista Scientia Forestalis*, v. 38, p. 307-318, 2010.
- CALDEIRA, M.V.W. **Determinação de biomassa e nutrientes em uma Floresta Ombrófila Mista Montana em General Carneiro, Paraná**. 2003. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003. 176f.
- CAMPANHA, M. M.; ARAÚJO, F. S. Árvores e Arbustos do Sistema Agrossilvipastoril Caprinos e Ovinos. Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2010. 32 p. (Documentos 96).
- CAMPANHA, M.M.; ARAÚJO, F.S.; MENEZES, M.O.T. et al. Estrutura da comunidade vegetal arbóreo-arbustiva de um Sistema Agrossilvipastoril, em Sobral – CE. *Revista Caatinga*, v. 24, p. 94-101, 2011.
- CARVALHO, F.C. **Sistema de Produção agrossilvipastoril para a região Semi-árida do Nordeste do Brasil**. Universidade Federal de Viçosa, 2003. Tese (Doutorado em Zootecnia). Viçosa: UFV, 2003. 87f.
- COSTA, C.C.A.; SOUZA, A.M.; SILVA, N.F. et al. Produção de serapilheira na Caatinga da Floresta Nacional do Açú-RN. *Revista Brasileira de Biociências*. v. 5, p.246-248, 2007.
- COSTA, T.C.C.; CAMACHO, R.G.V.; MACEDO, I.D. et al. Análise comparativa da produção de serapilheira em fragmentos arbóreos e arbustivos em área de caatinga na FLONA de Açú-RN. *Revista Árvore*, v.34, p.259-265, 2010.
- FERREIRA, D.F. SISVAR: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, p. 1039-1042, 2011.
- FERREIRA, M.L.; SILVA, J.L.; PEREIRA, E.E. et al. Litter fall production and decomposition in a fragment of Secondary Atlantic Forest of São Paulo, SP, southeastern Brazil. *Revista Árvore*, v.38, p.591-600, 2014.
- FRANCA-ROCHA, W.J.S. Situação da cobertura vegetal do bioma Caatinga. In: ANGELOTTI, F.; SÁ, I.B.; MENEZES, E.A.; PELLEGRINO, G.Q. (Ed.). **Mudanças climáticas e desertificação no semi-árido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semiárido; Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2009. p. 77-93.
- GODINHO, T. de O.; CALDEIRA, M.V.W.; CALIMAN, J.P. et al. Biomassa, macronutrientes e carbono orgânico na serapilheira depositada em trecho de floresta Estacional Semidecidual Submontana, ES. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, v. 41, p. 131-144, 2013.
- GODINHO, T.O.; CALDEIRA, M.V.W.; ROCHA, J.H.T. et al.. Quantificação de biomassa e nutrientes na serapilheira acumulada em trecho de Floresta Estacional Semidecidual Submontana, ES. *Cerne*, v. 20, p. 11-20, 2014.

- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2006. 531p.
- LOPES, J.F.B.; ANDRADE, E.M.; LOBATO, F.A.O. et al. Deposição e decomposição de serapilheira em área da Caatinga. **Revista Agro@mbiente On-line**, v.3, p. 72-79, 2009.
- MEURER, E.J. Potássio. *In*: FERNANDES, M.S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: UFV, 2006. p. 281-298.
- MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A.; MURAOKA, T. et al. Análise química de tecido vegetal. *In*: SILVA, F.C. (Ed.) **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. (2.ed.), Brasília: Embrapa Informática Tecnológica, 2009. p.191-233.
- PEREIRA FILHO, J.M.; SILVA, A.M.A.; CEZAR, M.F. Manejo da Caatinga para produção de caprinos e ovinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.14, p.77-90, 2013.
- PINTO, S.I.C.; MARTINS, S.V.; BARROS, N.F. et al. Ciclagem de nutrientes em dois trechos de floresta estacional semidecidual na reserva florestal mata do paraíso em Viçosa, MG, Brasil. **Revista Árvore**, v.33, p.653-663, 2009.
- SANTANA, J.A.S. **Estrutura fitossociológica, produção de serrapilheira e ciclagem de nutrientes em uma área de caatinga no Seridó do Rio Grande do Norte**. Universidade Federal da Paraíba, 2005. Tese (Doutorado em Agronomia). Areia: UFPB, 2005. 184f.
- SANTANA, J.A.S.; SOUTO, J.S. Produção de serapilheira na Caatinga da região semi-árida do Rio Grande do Norte, Brasil. **Idesia**, v.29, p.87-94, 2011.
- SILVA, G.C.; SAMPAIO, E.V.S.B. Biomassas de partes aéreas em plantas da caatinga. **Revista Árvore**, v.32, p.567-575, 2008.
- SOUTO, P.C. **Acumulação e decomposição da serrapilheira e distribuição de organismos edáficos em área de caatinga na Paraíba – Brasil**. Universidade Federal da Paraíba, 2006. Tese (Doutorado em Agronomia) Areia: UFPB, 2006. 145f.
- VELOSO, H.P.; RANGEL FILHO, A.L.R.; LIMA, J.C.A. Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 124p.
- VITAL, A.R.T.; GUERRINI, I.A.; FRANKEN, W.K. et al. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma floresta Estacional Semidecidual em zona ripária. **Revista Árvore**, v.28, p.793-800, 2004.
- VITTI, G.C.; LIMA, E.; CICARONE, F. Cálcio, Magnésio e Enxofre. *In*: FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: UFV, 2006. p. 281-298.

CAPÍTULO III

DEGRADAÇÃO E LIBERAÇÃO DE NUTRIENTES DA SERRAPILHEIRA DE ESPÉCIES LENHOSAS DA CAATINGA

RESUMO

Considerando que a serrapilheira é uma importante via de entrada de nutrientes da vegetação para o solo, objetivou-se avaliar a degradação da fração folhas da serrapilheira de oito espécies lenhosas da caatinga. O estudo foi realizado em um sistema agrossilvipastoril (SAF) em Sobral-CE, utilizando folhas recém-caídas das espécies mofumbo, sabiá, jurema-preta, jucá, catingueira, pereiro, pau-branco e marmeleiro. Para cada espécie empregou-se 10g de folhas, as quais foram acondicionadas em *litter bags* e colocadas em contato com o solo sob a copa de cada planta, coletando-se, posteriormente, aos 0, 30, 60, 90, 120 e 150 dias. O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado, sendo os tratamentos os 6 tempos de coletas com 4 repetições, totalizando 24 *litter bags* para cada espécie. A cada período de coleta foram quantificadas as massas das folhas remanescentes, o conteúdo de macro e micronutrientes, a celulose, a lignina e o carbono. Para todas as espécies avaliadas houve redução significativa de sua biomassa em relação ao tempo zero. As folhas das espécies apresentaram a seguinte ordem de velocidade de decomposição: jurema-preta > catingueira > pau-branco > jucá > marmeleiro > mofumbo > pereiro > sabiá. Com relação ao conteúdo remanescente, o percentual de biomassa e os valores de celulose, lignina, carbono e nitrogênio remanescente dos resíduos vegetais durante os 150 dias de avaliação houve diminuição para todas as espécies avaliadas. As espécies apresentaram a seguinte ordem decrescente de velocidade de liberação dos macronutrientes: mofumbo K>Mg>N>P>Ca; sabiá Mg>K>S>N=Ca; jurema-preta N>S>K>Mg>Ca=P; jucá K>S>N>P; catingueira Mg>K>P>N>S>Ca; pereiro K>Mg>S>P>N=Ca. As espécies jurema-preta e catingueira apresentaram a maior taxa de decomposição e, conseqüente liberação de nutrientes.

Palavras-chave: Decomposição, *litter bags*, ciclagem de nutrientes.

ABSTRACT

Litterfall is one of the main nutrient input in agricultural systems providing nutrients from the vegetation canopy to the soil. Therefore, we aimed to evaluate the degradation of leaves in the litterfall of 8 woody species of the Caatinga. The study was conducted in agrosilvopastoral system (SAF) in Sobral-CE, where freshly fallen leaves were collected of the species: mofumbo, sabiá, jurema-preta, jucá, catingueira, pereiro, pau-branco and marmeleiro. For each specie, 10 g of were collected using *litter bags* placed underneath the canopy of each species in contact with the ground. Samples were collected at 0, 30, 60, 90, 120 and 150 days with 4 replication per species. The adopted design was completely randomized, and the treatments (6) collection times with 4 repetitions, totaling 24 *litter bags* for each species. In each collection period were quantified the masses of the remaining leaves, macro and micronutrients, cellulose, lignin and carbon. The results showed an exponential reduction in biomass across time. Decomposition rate of leaves had the following order: jurema-preta > catingueira > pau-branco > jucá > marmeleiro > mofumbo > pereiro > sabiá. The percentage of biomass and cellulose, lignin, carbon and nitrogen decreased for all species evaluated. The species displayed the following descending order of macronutrient release rate: mofumbo K>Mg>N>P>Ca; sabiá Mg>K>S>N=Ca; jurema-preta N>S>K>Mg>Ca=P; jucá K>S>N>P; catingueira Mg>K>P>N>S>Ca; pereiro K>Mg>S>P>N=Ca. Overall, jurema-preta and catingueira had greater rate of decomposition and ultimately greater flux of nutrients.

Key Words: Decomposition, *litter bags*, nutrient cycling.

1. INTRODUÇÃO

Na vegetação do bioma Caatinga a principal entrada de nutrientes é através da camada de serrapilheira formada pelo aporte de resíduos que são depositados pela parte aérea das plantas na superfície do solo, principalmente nos períodos secos do ano, sendo a perda de folhas uma característica de sua vegetação.

Uma vez aportada e depositada no solo, a serrapilheira é submetida a um processo contínuo de degradação, via lavagem de compostos hidrossolúveis e ataque de organismos, reduzindo-se as frações minerais e húmicas (Andrade et al.,1999). Para Scoriza et al. (2012), esse processo é essencialmente biológico e representa um dos mecanismos pelos quais os nutrientes da fitomassa retornam ao solo. De acordo com Vital et al. (2004), este mecanismo é considerado o meio mais importante de transferência de elementos essenciais da vegetação para o solo.

Assim, o conhecimento da dinâmica de nutrientes minerais através da serrapilheira em ambientes como a Caatinga é fundamental para o entendimento da estrutura e funcionamento desse ecossistema, cujas informações favorecem o estabelecimento de práticas de manejo florestal, recuperação de áreas degradadas e manutenção da produtividade do sítio degradado em recuperação (Souza & Davide, 2001). A compreensão desse processo auxilia na implantação de Sistemas Agroflorestais e roçados agroecológicos na região semiárida, que são alternativas sustentáveis devido à permanência de árvores no sistema; porém, para tanto, é necessária a escolha de espécies que possuam maior dinâmica de decomposição e liberação de nutrientes.

Além disso, devem-se levar em consideração os fatores que influenciam esses processos. Andrade et al. (2003) afirmam que a taxa de decomposição da serrapilheira varia de acordo com a porcentagem de lignina, polifenóis, carbono e nitrogênio, dentre outros componentes. A relação entre algumas dessas substâncias tem sido usada para explicar as diferenças na velocidade de decomposição dos materiais orgânicos, além da composição química do material e, principalmente, das condições ambientais (Palm & Sanchez, 1991).

Embora tenham sido realizados vários estudos sobre a decomposição da serrapilheira em ambientes de Caatinga (Moura et al., 2016; Lima et al., 2015; Silva et al., 2014; Lopes et al., 2009 e Alves et al., 2006), são inexistentes aqueles que visam estudar individualmente a dinâmica de decomposição da serrapilheira de espécies nativas desse bioma. Esse conhecimento torna-se oportuno visto o alto grau de

degradação do bioma e, por meio de avaliações como esta, pode-se fazer o planejamento mais preciso de quais espécies contribuem com maior ciclagem de nutrientes, podendo ser indicadas na recuperação de áreas degradadas em Sistemas Agrossilvipastoris e/ou como cobertura de solo. Com isso, objetivou-se avaliar a degradação e liberação de nutrientes da fração folhas da serrapilheira das seguintes espécies lenhosas da Caatinga: mofumbo, sabiá, jurema-preta, jucá, catingueira, pereiro, pau-branco e marmeleiro.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no sistema agrossilvipastoril (SAF) da Embrapa Caprinos e Ovinos, situada no município de Sobral-CE, localizado a 3° 41'S e 40° 20'W. O clima da região é semiárido, do tipo BShw, segundo a classificação de Köppen, com estação chuvosa de janeiro a junho. A temperatura média anual é de 28 °C e a precipitação média de 759 mm ano⁻¹. O regime pluviométrico durante o período de experimentação foi 306 mm apenas nos meses de janeiro e fevereiro de 2016.

O solo da área em estudo apresenta manchas de Luvisolo Crômico Órtico típico e Luvisolo Hipocrômico Órtico típico (Aguiar et al., 2006), cuja análise de fertilidade está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Atributos químicos do solo coletado na área experimental

Camada	pH	M.O	P	K	Na	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V
m		g dm ⁻³	----- mg dm ⁻³ -----			----- mmol _c dm ⁻³ -----					%
0,00–0,10	6,9	31,5	11,1	200,8	5,8	72,0	24,0	15,0	101,4	116,6	87
0,10–0,20	6,9	17,4	6,4	150,0	7,7	66,0	27,0	17,8	99,6	117,4	85

Foram coletadas folhas recém-caídas, sem sinal de decomposição, das mesmas espécies utilizadas no ensaio de produção de serrapilheira, ou seja: mofumbo, sabiá, jurema-preta, jucá, catingueira, pereiro, pau-branco e marmeleiro. Para o acompanhamento da decomposição da serrapilheira destas espécies adotou-se o método de *litter bags*, cujas sacolas foram confeccionadas com polímero sintético de malha de 2 mm com dimensão de 20 x 20 cm. Em que 10 g das folhas de cada espécie foram colocadas no interior de *litter bags* individuais e após foram colocadas em contato com o solo/serrapilheira, na projeção da copa de sua respectiva espécie.

O período de avaliação foi de 150 dias no período seco, que compreendeu os meses de julho a dezembro de 2015, época de maior queda das folhas. Com exceção da

espécie pereiro, devido a sua particularidade de perder as folhas tardiamente, o ensaio foi montado em setembro de 2015 e finalizado em fevereiro de 2016. Os *litter bags* foram coletados aos 0, 30, 60, 90, 120 e 150 dias, sendo 4 repetições para cada espécie por coleta, perfazendo 24 sacolas por espécie.

O delineamento adotado foi o inteiramente casualizados, sendo os tratamentos os 6 tempos de coletas com 4 repetições. Ressalta-se que este delineamento foi o mesmo para as 8 espécies avaliadas.

O preparo e o acondicionamento dos *litter bags* do campo para o laboratório seguiram os procedimentos descritos por Scoriza et al. (2012).

A cada período de coleta os materiais remanescentes foram transferidos para sacos de papel de massa conhecida e acondicionados em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C até atingir massa constante. Posteriormente, os materiais foram pesados para obtenção da massa seca remanescente, a partir da qual a taxa de decomposição foi estimada.

Em seguida as amostras foram moídas em moinho tipo Willey, determinando-se os macros (P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn) segundo Miyazawa et al. (2009), bem como a celulose e a lignina empregando-se o método de fibra em detergente ácido (FDA), conforme Van Soest et al. (1991) com adaptação para a análise em autoclave, conforme Senger et al. (2008). Para o teor de carbono e nitrogênio utilizou-se o método de combustão 990.03 (AOAC, 2002) empregando-se auto-analizador Leco CN628 (Leco Corp., St. Joseph, MI, EUA) em cada coleta.

A massa remanescente da serrapilheira foi quantificada mediante avaliações de perda de massa a partir do material remanescente em cada período de coleta em relação ao tempo zero (instalação), seguindo a fórmula de Fernandes et al. (2006):

$$\text{Massa remanescente (\%)} = (\text{massa final/massa inicial}) \times 100$$

Após o cálculo da massa remanescente ao longo do período, a constante de decomposição k foi calculada, segundo Thomas & Asakawa (1993), utilizando o modelo exponencial: $X_t = X_0 \cdot e^{-kt}$ em que:

X_t = peso inicial seco remanescente após t dias;

X_0 = peso do material seco colocado nas sacolas no tempo zero ($t=0$).

Logo, foi mensurado o tempo de meia vida, isto é, o tempo necessário para que metade da massa seca contida no *litter bag*, a partir do tempo zero, se decomponha, calculado segundo Scoriza et al. (2012) pela equação:

$$t_{1/2} = \ln(2)/k$$

em que:

k = constante de decomposição, calculada pela fórmula anterior ($X_t = X_o \cdot e^{-kt}$).

De posse dos teores de macro e micronutrientes, celulose, lignina, carbono, bem como das relações celulose/nitrogênio, lignina/nitrogênio e carbono/nitrogênio empregou-se o teste F e, quando significativo, executou-se a análise de regressão utilizando o *software* SISVAR (Ferreira, 2011).

Ressalta-se que, para o cálculo da constante de decomposição para macro e micronutrientes, celulose, lignina e carbono, trabalhou-se com o conteúdo remanescente (massa multiplicado pela concentração) utilizando o modelo exponencial descrito.

3. RESULTADOS

A seguir estão apresentados os dados de teores dos macro e micronutrientes, celulose, lignina, carbono e as relações celulose/N, lignina/N e C/N para todas as espécies no tempo zero (Tabela 2). Em seguida é mostrado o comportamento dos teores ao longo do tempo (150 dias), por espécie. Posteriormente, a apresentação dos teores é seguida pelo estudo de degradação, aplicando-se o modelo exponencial para a obtenção da taxa de degradação.

Teor

Tabela 2 – Valores médios dos macro e micronutrientes, celulose, lignina, carbono e das relações celulose/nitrogênio, lignina/nitrogênio e carbono/nitrogênio dos resíduos de serrapilheira das 8 espécies utilizadas no tempo zero

Espécie	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B	Celulose	Lignina	C	Cel/N	Lig/N	C/N
	----- g kg ⁻¹ -----						----- mg kg ⁻¹ -----					----- g kg ⁻¹ -----			-	-	-
Mofumbo	18,2	0,9	12,1	20,2	4,2	1,3	4,0	215,0	18,5	82,0	47,5	289,8	381,7	439,3	15,9	20,9	24,1
Sabiá	15,4	0,4	10,8	18,2	3,9	1,1	4,0	98,0	12,5	48,5	71,5	273,0	449,4	476,8	17,8	29,2	31,1
Jurema	24,7	1,1	5,3	10,1	1,9	1,5	4,5	351,0	25,0	81,5	38,2	341,9	521,7	482,1	13,9	21,2	19,6
Jucá	16,9	0,7	5,1	17,8	1,1	1,9	2,5	136,0	14,0	28,5	54,5	254,8	162,0	487,0	15,1	9,5	28,9
Catingueira	16,6	1,3	10,2	11,4	1,2	1,6	2,0	156,0	17,2	40,0	52,2	235,0	112,8	470,0	14,2	6,8	28,3
Pereiro	10,2	0,8	12,3	21,0	8,4	1,5	12,5	96,0	15,7	28,0	42,2	267,3	113,7	443,7	26,1	11,1	43,3
Pau-branco	24,9	1,4	14,9	20,1	5,0	2,1	7,0	207,0	22,5	83,0	78,7	335,6	324,0	430,2	14,3	13,3	18,4
Marmeleiro	15,2	0,7	10,3	17,0	5,8	1,3	4,0	320,0	18,2	221,0	57,2	324,8	350,2	449,1	21,3	23,1	29,6

A ordem decrescente para os nutrientes no tempo zero foi: N – pau-branco > jurema-preta > mofumbo > jucá > catingueira > sabiá > marmeleiro > pereiro; P – pau-branco > catingueira > jurema-preta > mofumbo > pereiro > jucá > marmeleiro > sabiá; K – pau-branco > pereiro > mofumbo > sabiá > marmeleiro > catingueira > jurema-preta > jucá; Ca – pereiro > mofumbo > pau-branco > sabiá > jucá > marmeleiro > catingueira > jurema-preta; Mg – pereiro > marmeleiro > pau-branco > mofumbo > sabiá > jurema-preta > catingueira > jucá; S – pau-branco > jucá > catingueira > jurema-preta > pereiro > mofumbo > marmeleiro > sabiá; Cu – pereiro > pau-branco > jurema-preta > mofumbo > sabiá > marmeleiro > jucá > catingueira; Fe – jurema-preta > marmeleiro > mofumbo > pau-branco > catingueira > jucá > sabiá > pereiro; Zn – jurema-preta > pau-branco > mofumbo > marmeleiro > catingueira > pereiro > jucá > sabiá; Mn – marmeleiro > pau-branco > mofumbo > jurema-preta > sabiá > catingueira > jucá > pereiro e B – pau-branco > sabiá > marmeleiro > jucá > catingueira > mofumbo > pereiro > jurema-preta. Enquanto para celulose foi: jurema-preta > pau-branco > marmeleiro > mofumbo > sabiá > pereiro > jucá > catingueira. Para lignina foi: jurema-preta > sabiá > mofumbo > marmeleiro > pau-branco > jucá > pereiro > catingueira. E para carbono foi: jucá > jurema-preta > sabiá > catingueira > marmeleiro > pereiro > mofumbo > pau-branco. Para as relações celulose/N: pereiro > marmeleiro > sabiá > mofumbo > jucá > pau-branco > catingueira > jurema-preta; lignina/N: sabiá > marmeleiro > jurema-preta > mofumbo > pau-branco > pereiro > jucá > catingueira e relação C/N: pereiro > sabiá > marmeleiro > jucá > catingueira > mofumbo > jurema-preta > pau-branco (Tabela 2).

A seguir estão apresentados os resultados dos teores para cada espécie avaliada ao longo do tempo; posteriormente, será apresentada a discussão envolvendo todas as espécies.

Mofumbo

Observa-se que para a espécie mofumbo houve resposta significativa entre os tempos de decomposição apenas para os valores de biomassa, lignina e relação C/N (Tabela 3).

Tabela 3 – Valores médios, teste de F e coeficiente de variação para as variáveis biomassa, celulose, lignina, carbono, macro e micronutrientes, relação celulose/nitrogênio, lignina/nitrogênio e carbono/nitrogênio das folhas de serrapilheira do mofumbo

Tempo	Biomassa	Celulose	Lignina	Carbono	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B	Cel/N	Lig/N	C/N
dias	g	g kg ⁻¹								mg kg ⁻¹								
0	10,0	289,8	381,7	439,3	18,3	0,9	12,1	20,2	4,2	1,3	4,0	215,0	18,5	82,0	47,5	15,9	20,9	24,1
30	9,5	306,0	411,4	462,0	16,4	0,9	8,5	18,6	4,2	1,6	4,0	354,0	15,7	82,5	35,0	18,7	25,2	28,3
60	9,2	296,3	375,0	471,9	16,5	1,0	13,3	21,9	6,4	1,8	8,5	166,0	14,5	71,5	63,7	17,9	22,8	28,6
90	9,2	294,7	369,1	454,8	16,6	0,9	6,3	21,0	3,7	1,6	4,5	309,0	19,7	84,5	46,5	17,8	22,4	27,5
120	9,2	291,2	349,6	457,2	16,3	1,0	8,7	20,4	3,6	1,7	3,5	310,0	17,2	75,0	53,5	18,0	21,6	28,2
150	9,0	290,6	329,7	469,6	17,2	0,8	8,5	20,2	3,6	1,6	5,0	205,0	19,5	79,5	53,7	17,0	19,2	27,4
Teste F	**	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**
CV (%)	2,2	7,1	8,3	1,5	5,8	17,6	10,0	11,1	17,0	21,7	25,8	34,4	14,0	17,7	14,6	7,8	12,3	5,9

N – nitrogênio; P – fósforo; K – potássio; Ca – cálcio; Mg – magnésio; S – enxofre; Cu – cobre; Fe – ferro; Zn – zinco; Mn – manganês; B – boro; cel/N – relação celulose/N; lig/N – relação lignina/nitrogênio; C/N – relação carbono/nitrogênio. ^{ns}, * e ** - não significativo, significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente.

Na figura 1 observa-se resposta linear decrescente para a biomassa e o teor de lignina, havendo redução dessas variáveis ao longo do tempo, enquanto para a relação C/N verifica-se comportamento quadrático em função dos tempos estudados.

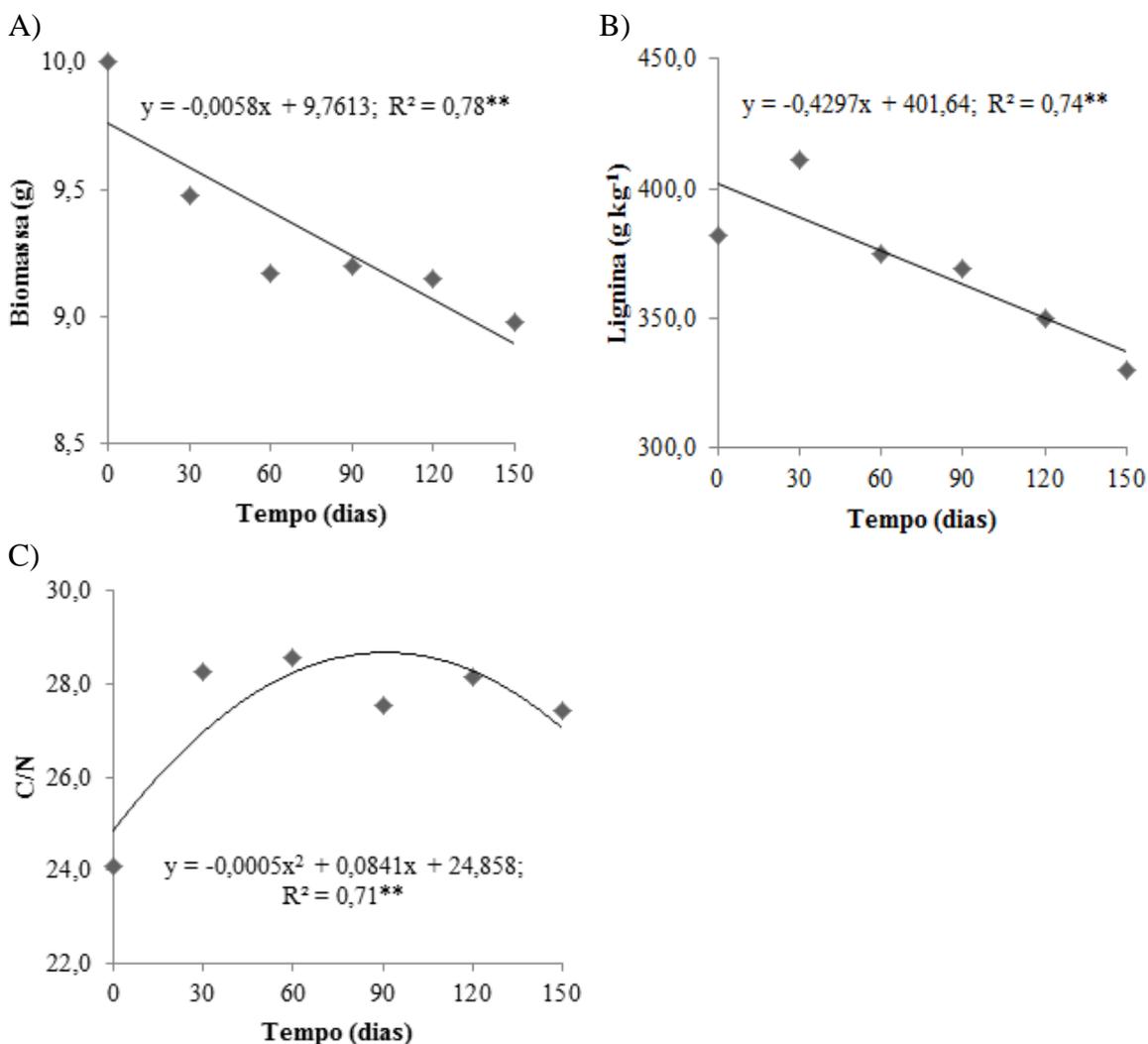


Figura 1 – Valores de decomposição da biomassa (A), lignina (B) e relação C/N (C) das folhas de serrapilheira do mofumbo no período de 150 dias. ** - significativo a 1% de probabilidade.

Sabiá

Na Tabela 4 observa-se efeito significativo ao longo do tempo de decomposição para a biomassa, o fósforo e para a relação lignina/N.

Tabela 4 – Valores médios, teste de F e coeficiente de variação para as variáveis biomassa, celulose, lignina, carbono, macro e micronutrientes relação celulose/nitrogênio, lignina/nitrogênio e carbono/nitrogênio das folhas de serrapilheira do sabiá

Tempo	Biomassa	Celulose	Lignina	Carbono	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B	Cel/N	Lig/N	C/N
dias	g	----- g kg ⁻¹ -----								-----mg kg ⁻¹ -----								
0	10,0	273,0	449,4	476,8	15,4	0,4	10,8	18,2	3,9	1,1	4,0	98,0	12,5	48,5	71,5	17,8	29,2	31,1
30	9,6	265,3	500,9	495,8	14,6	0,4	10,2	19,9	3,6	1,1	5,0	152,0	12,5	52,5	47,0	18,2	34,2	33,9
60	8,9	262,3	487,4	495,5	14,3	0,7	11,4	21,0	5,0	1,4	4,5	268,0	12,0	98,0	51,7	18,5	34,3	34,8
90	9,3	256,7	466,5	481,8	14,6	0,6	9,7	17,8	2,9	1,2	6,0	112,0	16,0	47,5	61,5	17,6	32,1	33,1
120	9,3	246,9	465,3	481,5	14,9	0,7	8,9	20,0	3,2	1,4	3,0	142,0	11,5	57,0	68,2	16,6	31,4	32,5
150	9,0	244,7	451,4	502,5	15,0	0,4	9,7	18,8	3,1	0,7	5,5	118,0	14,5	53,0	85,0	16,4	30,2	33,7
Teste F	*	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns
CV (%)	4,6	7,5	5,8	1,5	6,2	18,7	16,0	13,9	21,9	32,2	23,7	70,1	9,8	47,1	20,2	10,0	7,7	5,7

N – nitrogênio; P – fósforo; K – potássio; Ca – cálcio; Mg – magnésio; S – enxofre; Cu – cobre; Fe – ferro; Zn – zinco; Mn – manganês; B – boro; cel/N – relação celulose/N; lig/N – relação lignina/nitrogênio; C/N – relação carbono/nitrogênio. ^{ns}, * e ** - não significativo, significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente.

Verifica-se que a espécie sabiá apresentou efeito linear decrescente para a variável biomassa (Figura 2A); já para o teor de fósforo e relação lignina/N observa-se que o melhor modelo de resposta foi o quadrático (Figura 2B e 2C, respectivamente).

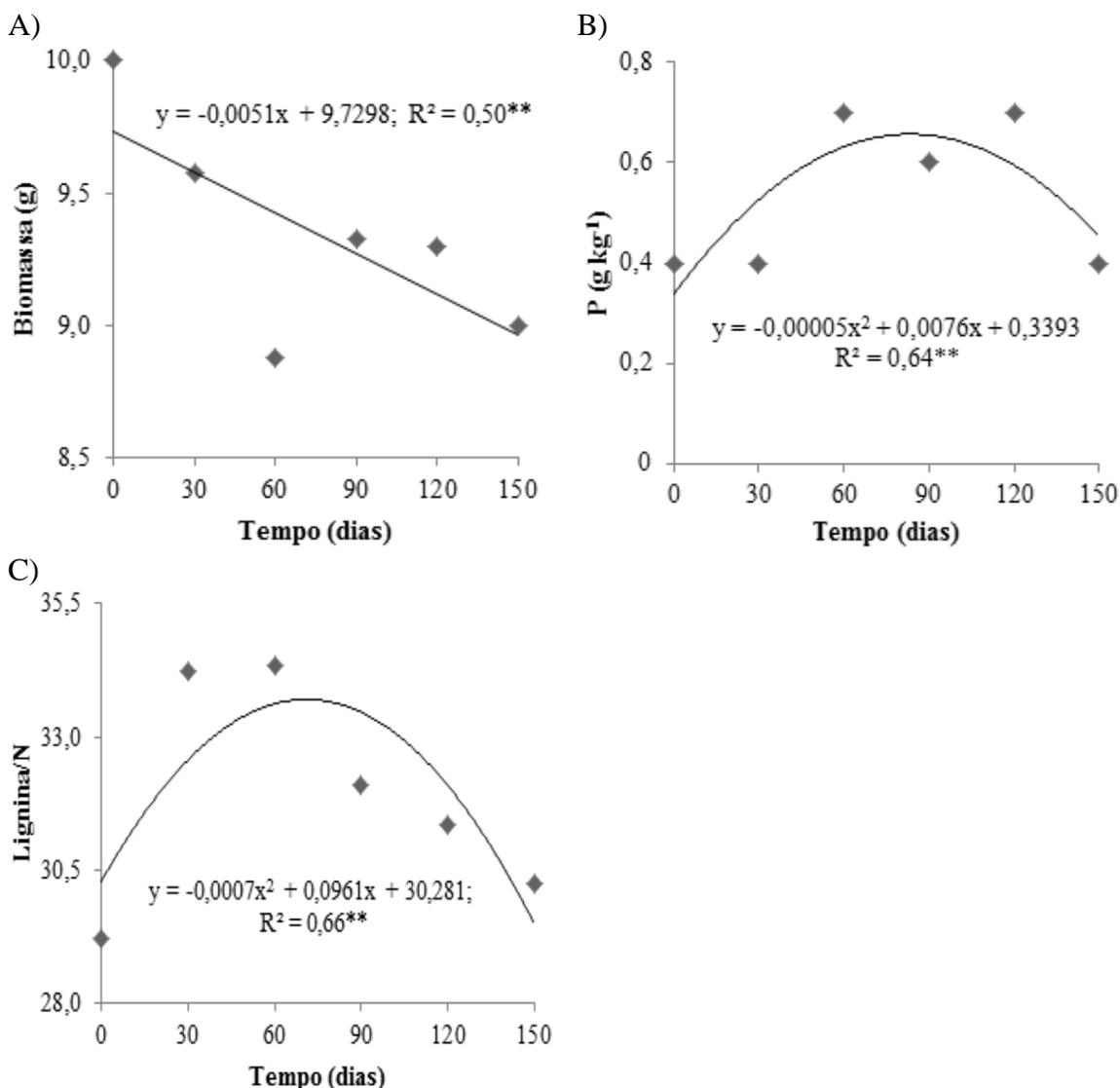


Figura 2 - Valores de decomposição da biomassa (A), teor de fósforo (B) e relação lignina/N (C) das folhas de serrapilheira do sabiá no período de 150 dias. ** - significativo a 1% de probabilidade.

Jurema-Preta

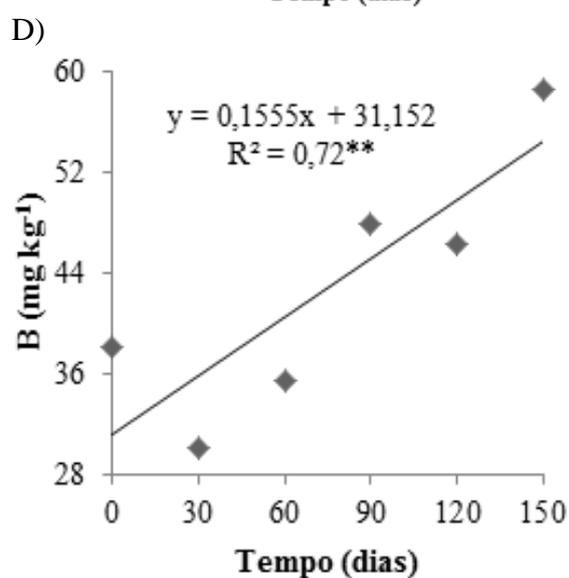
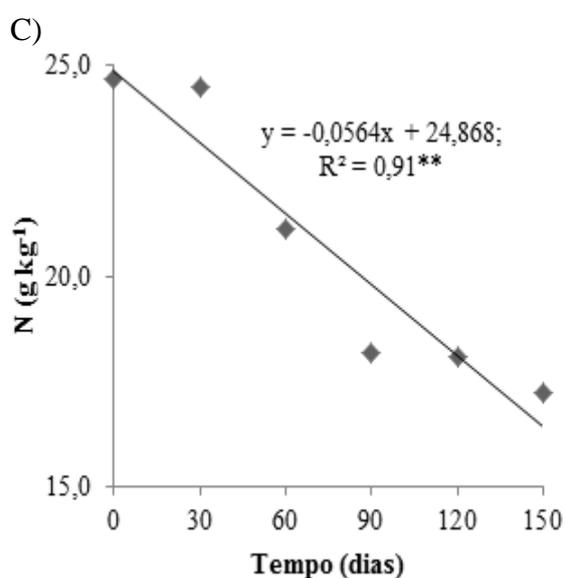
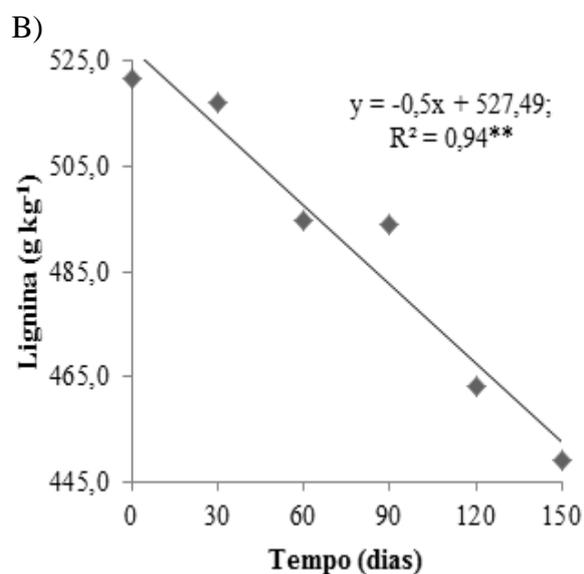
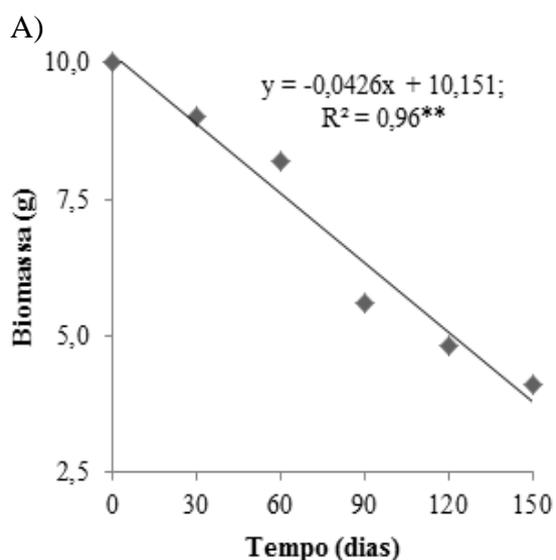
Observa-se na Tabela 5 que os diferentes tempos de avaliação mostraram efeito significativo para biomassa, para os teores de lignina, nitrogênio, boro e para as relações celulose/N, lignina/N e C/N.

Tabela 5 – Valores médios, teste de F e coeficiente de variação para as variáveis biomassa, celulose, lignina, carbono, macro e micronutrientes relação celulose/nitrogênio, lignina/nitrogênio e carbono/nitrogênio das folhas de serrapilheira da jurema-preta

Tempo	Biomassa	Celulose	Lignina	Carbono	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B	Cel/N	Lig/N	C/N
dias	g	-----g kg ⁻¹ -----									-----mg kg ⁻¹ -----							
0	10,0	341,9	521,7	482,1	24,7	1,1	5,3	10,1	1,9	1,5	4,5	351,0	25,0	81,5	38,2	13,9	21,2	19,6
30	9,0	320,8	517,0	495,2	24,5	1,2	5,1	10,3	2,2	1,5	5,5	461,0	19,5	102,0	30,2	13,1	21,1	20,3
60	8,2	329,7	494,9	500,0	21,1	1,2	3,5	10,3	2,3	1,1	4,0	522,0	17,5	98,0	35,5	16,1	23,7	24,0
90	5,6	329,1	494,2	482,4	18,2	1,0	5,7	10,1	1,6	1,1	6,0	322,0	26,5	61,0	48,0	18,3	27,3	26,7
120	4,8	361,3	463,1	486,3	18,1	1,4	4,0	10,9	1,5	1,4	4,0	369,3	24,0	54,7	46,3	20,1	25,8	27,1
150	4,1	345,8	449,2	502,7	17,3	0,9	4,0	10,2	1,7	1,1	6,0	408,0	23,7	74,7	58,7	20,1	26,1	29,2
Teste F	**	ns	**	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	**	**	**
CV (%)	11,2	10,3	5,9	1,1	8,4	7,8	17,1	4,5	11,0	12,5	17,6	30,3	11,2	18,4	21,2	17,0	8,5	8,4

N – nitrogênio; P – fósforo; K – potássio; Ca – cálcio; Mg – magnésio; S – enxofre; Cu – cobre; Fe – ferro; Zn – zinco; Mn – manganês; B – boro; cel/N – relação celulose/N; lig/N – relação lignina/nitrogênio; C/N – relação carbono/nitrogênio. ^{ns}, * e ** - não significativo, significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente.

Verifica-se diminuição da biomassa e dos teores de lignina e nitrogênio com o passar do tempo, demonstrados pelo modelo linear decrescente (Figura 3A, 3B e 3C, respectivamente); porém, para o boro e as relações celulose/N, lignina/N e C/N observa-se comportamento inverso, sendo o melhor modelo de resposta o linear crescente (Figura 3D, 3E, 3F e 3G respectivamente).



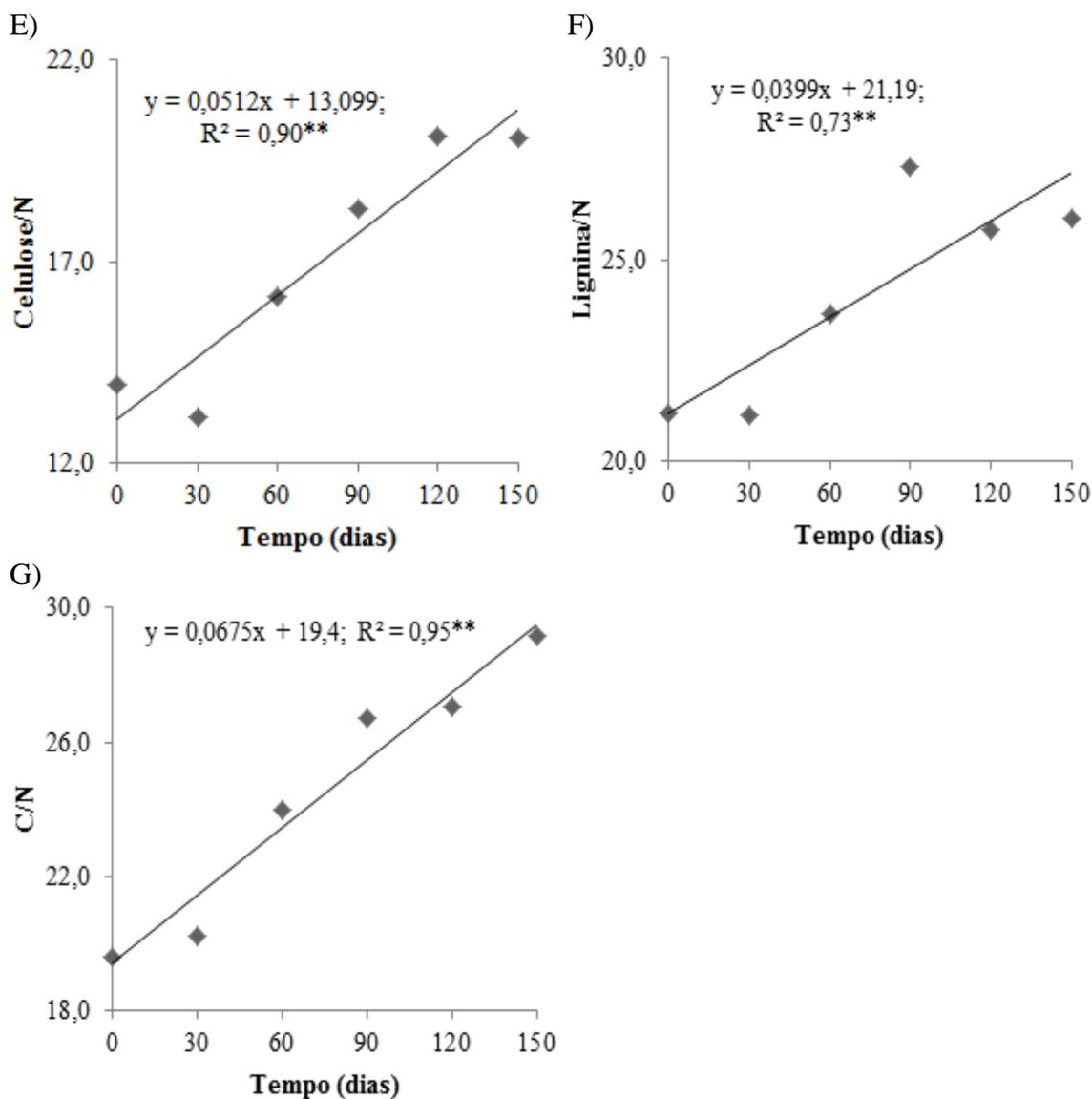


Figura 3 - Valores de decomposição da biomassa (A), lignina (B), nitrogênio (C), boro (D), relação celulose/N (E), lignina/N (F) e C/N (G) das folhas de serrapilheira da jurema-preta no período de 150 dias. ** - significativo a 1% de probabilidade.

Jucá

Na Tabela 6 verifica-se efeito significativo do tempo em relação à biomassa, potássio e as relações celulose/N e C/N.

Tabela 6 – Valores médios, teste de F e coeficiente de variação para as variáveis biomassa, celulose, lignina, carbono, macro e micronutrientes relação celulose/nitrogênio, lignina/nitrogênio e carbono/nitrogênio das folhas de serrapilheira do jucá

Tempo	Biomassa	Celulose	Lignina	Carbono	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B	Cel/N	Lig/N	C/N
dias	g	g kg ⁻¹									mg kg ⁻¹							
0	10,0	254,8	162,0	487,0	16,9	0,7	5,1	17,8	1,1	1,9	2,5	136,0	14,0	28,5	54,5	15,1	9,5	28,9
30	9,4	247,2	142,3	498,7	18,1	0,9	5,5	17,0	1,2	1,6	5,0	168,0	13,0	34,5	43,5	13,6	7,8	27,6
60	9,3	258,4	142,3	499,9	17,2	0,8	3,5	19,1	1,3	1,6	4,0	451,0	15,0	36,5	47,7	15,1	8,3	29,2
90	9,0	253,2	156,6	486,3	17,6	1,0	4,5	15,8	1,0	1,8	4,5	265,0	14,5	23,5	54,7	14,4	8,9	27,6
120	9,0	252,5	149,4	489,5	16,0	0,7	3,8	17,8	1,2	0,4	4,5	189,0	15,5	29,0	57,5	16,1	9,4	31,0
150	8,9	268,6	144,1	500,6	14,4	0,6	3,1	19,5	1,3	1,7	5,0	132,0	18,2	29,5	68,0	19,2	10,3	35,9
Teste F	**	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	*
CV (%)	0,7	7,2	11,1	0,9	11,0	21,1	26,0	11,1	14,5	21,1	22,9	75,7	15,9	17,7	22,2	15,0	13,6	11,4

N – nitrogênio; P – fósforo; K – potássio; Ca – cálcio; Mg – magnésio; S – enxofre; Cu – cobre; Fe – ferro; Zn – zinco; Mn – manganês; B – boro; cel/N – relação celulose/N; lig/N – relação lignina/nitrogênio; C/N – relação carbono/nitrogênio. ^{ns}, * e ** - não significativo, significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente.

Nas Figuras 4A e 4B observa-se redução linear ao longo do tempo para as variáveis biomassa e potássio; no entanto, para as relações celulose/N e C/N constata-se aumento linear (Figura 4C e 4D, respectivamente) à medida que aumenta o tempo de decomposição dos resíduos.

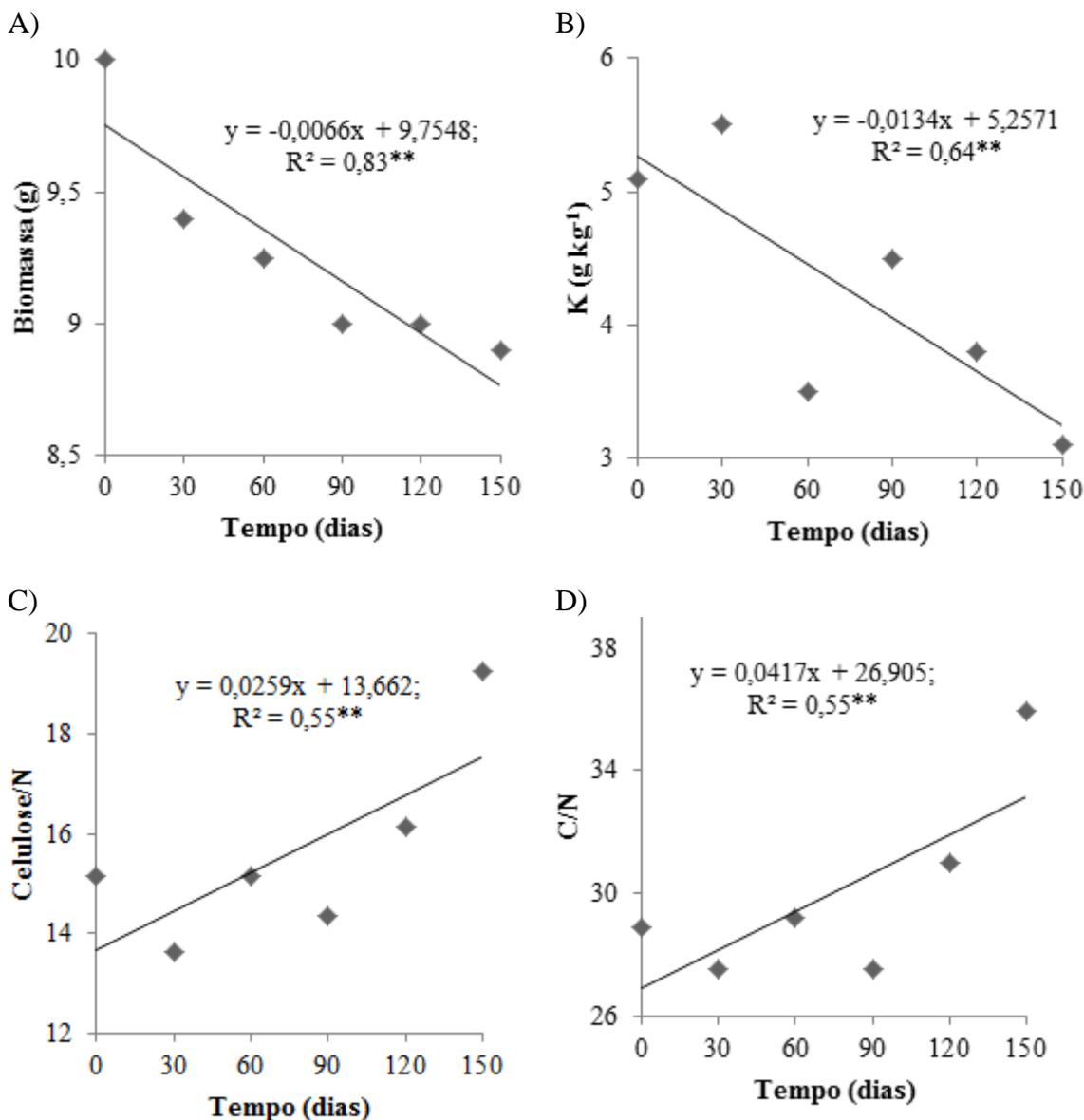


Figura 4 - Valores de decomposição da biomassa (A), potássio (B), relação celulose/N (C) e C/N (D) das folhas de serrapilheira do jucá no período de 150 dias. ** - significativo a 1% de probabilidade.

Catingueira

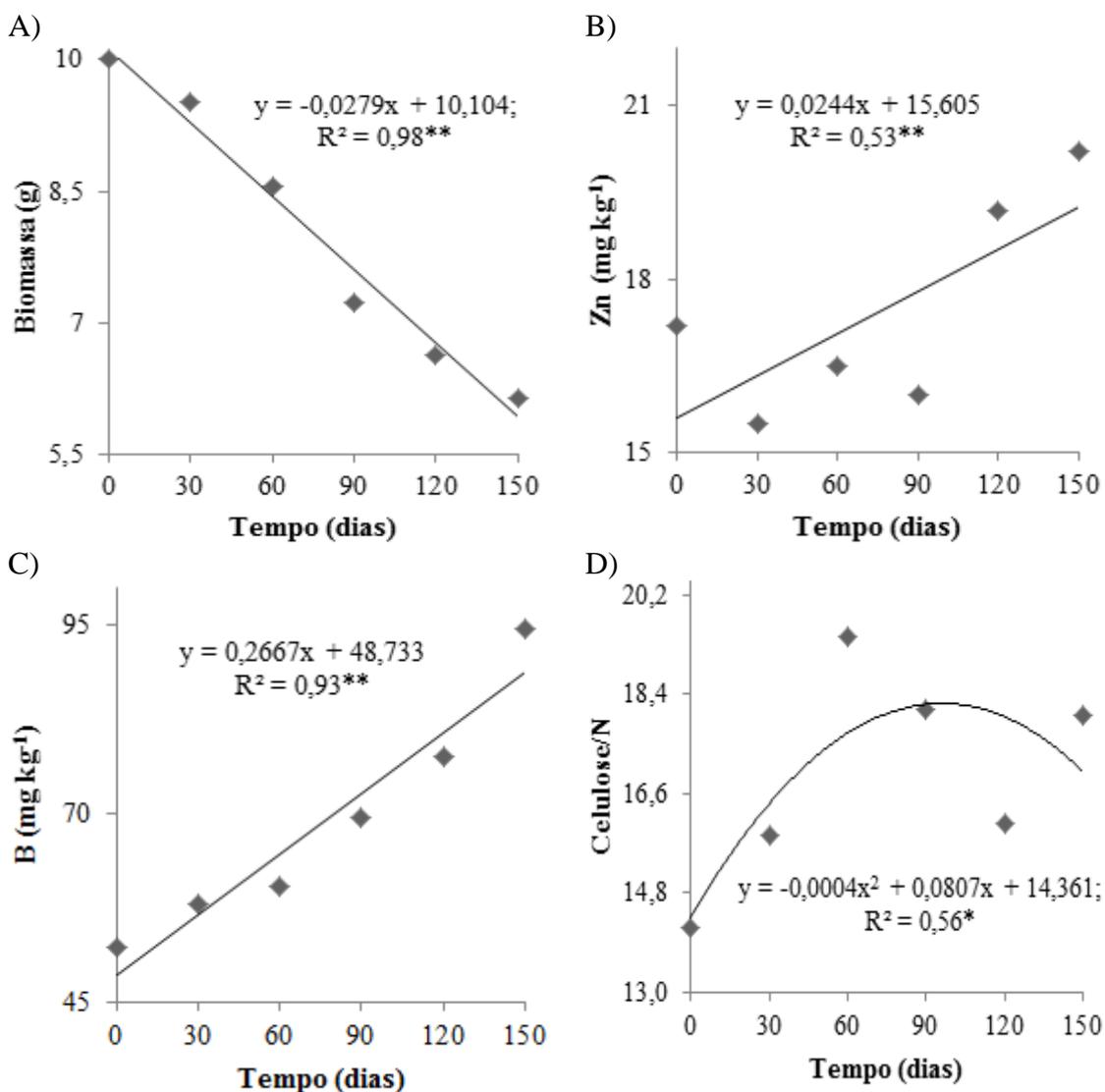
Para a espécie catingueira constatou-se efeito significativo do tempo de degradação dos resíduos para as variáveis biomassa, zinco, boro e para as relações celulose/N, lignina/N e C/N (Tabela 7).

Tabela 7 – Valores médios, teste de F e coeficiente de variação para as variáveis biomassa, celulose, lignina, carbono, macro e micronutrientes relação celulose/nitrogênio, lignina/nitrogênio e carbono/nitrogênio das folhas de serrapilheira da catingueira

Tempo	Biomassa	Celulose	Lignina	Carbono	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B	Cel/N	Lig/N	C/N
dias	g	----- g kg ⁻¹ -----								----- mg kg ⁻¹ -----								
0	10,0	234,9	112,8	470,0	16,6	1,3	10,2	11,4	1,2	1,6	2,0	156,0	17,2	40,0	52,2	14,2	6,8	29,0
30	9,5	259,4	131,7	486,2	16,4	1,0	6,8	18,8	2,6	1,6	6,5	160,0	15,5	32,5	58,0	15,9	8,1	29,5
60	8,6	294,9	162,9	469,3	15,2	0,9	7,6	14,6	0,9	1,6	2,5	174,0	16,5	33,5	60,5	19,4	10,7	30,0
90	7,2	283,4	142,4	474,3	15,6	1,0	6,4	14,8	0,7	1,7	5,0	148,0	16,0	27,5	69,5	18,1	9,1	30,5
120	6,6	250,3	136,1	476,8	15,6	1,2	9,0	12,3	1,1	1,2	4,0	234,0	19,2	45,5	77,5	16,1	8,7	31,0
150	6,2	282,0	138,9	492,3	15,6	1,0	8,7	16,9	0,9	1,8	4,5	176,0	20,2	39,5	94,7	18,0	8,9	31,5
Teste F	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	**	*	*	*
CV (%)	6,4	12,7	14,7	0,7	4,4	26,1	24,2	34,1	116,1	9,1	53,2	35,2	10,1	20,3	15,2	13,3	15,3	4,3

N – nitrogênio; P – fósforo; K – potássio; Ca – cálcio; Mg – magnésio; S – enxofre; Cu – cobre; Fe – ferro; Zn – zinco; Mn – manganês; B – boro; cel/N – relação celulose/N; lig/N – relação lignina/nitrogênio; C/N – relação carbono/nitrogênio. ^{ns}, * e ** - não significativo, significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente.

Na figura 5A verifica-se redução linear da biomassa em relação ao tempo de degradação, nos teores de zinco, boro e na relação C/N é observado aumento linear (Figura 5B, 5C e 5F) à medida que aumenta o tempo de degradação. Nas relações celulose/N e lignina/N observa-se comportamento quadrático (Figura 5D e 5E, respectivamente) como melhor modelo de resposta.



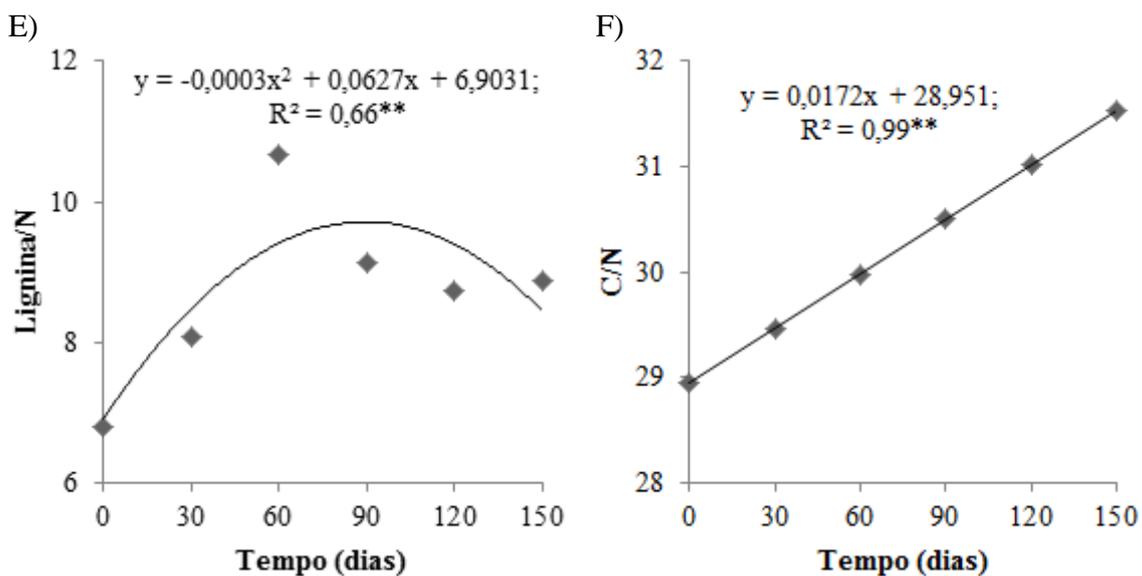


Figura 5 - Valores de decomposição da biomassa (A), zinco (B), boro (C), relação celulose/N (D), lignina/N (E) e C/N (F) das folhas de serrapilheira de catingueira no período de 150 dias. ** e * - significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.

Pereiro

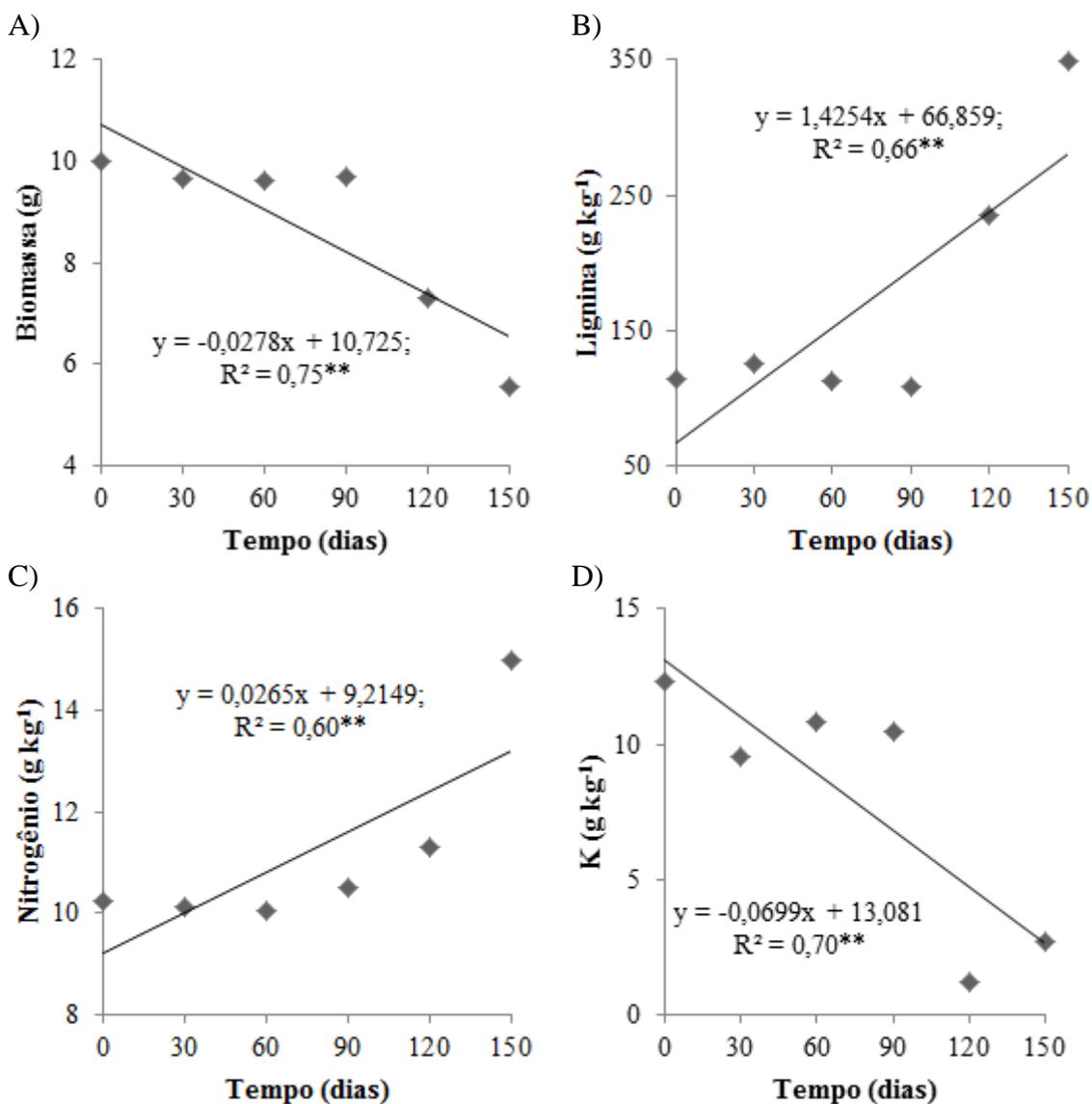
Na Tabela 8 observa-se resposta significativa da variável biomassa, dos teores de lignina, nitrogênio, potássio, cálcio, magnésio, enxofre e cobre, bem como das relações celulose/N, lignina/N e C/N em função do tempo de degradação dos resíduos de serrapilheira do pereiro.

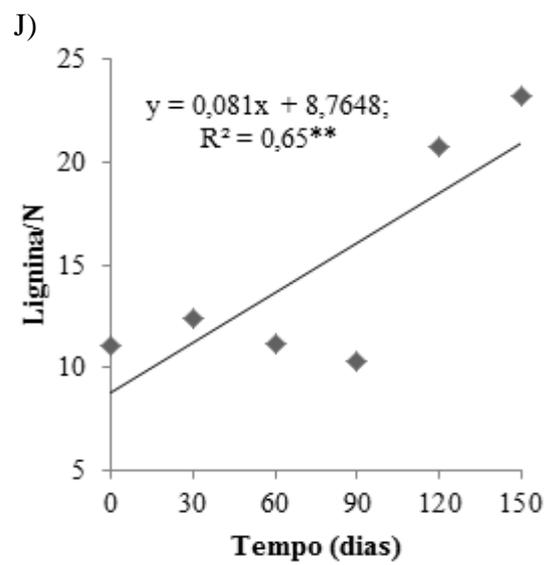
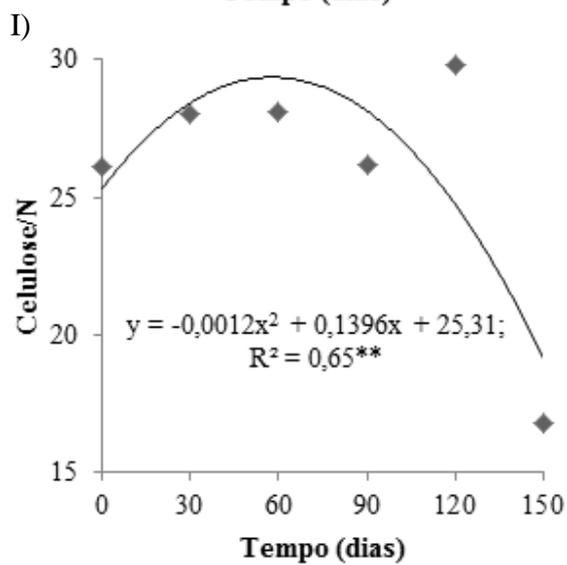
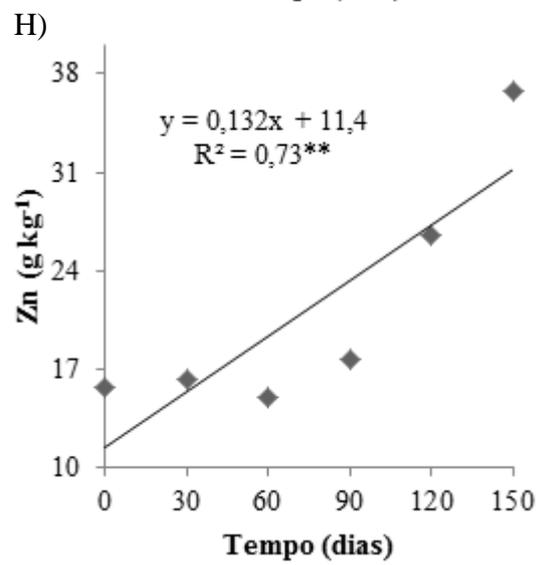
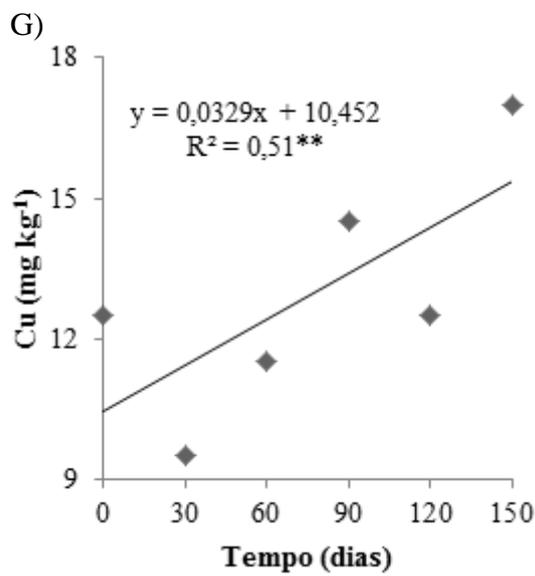
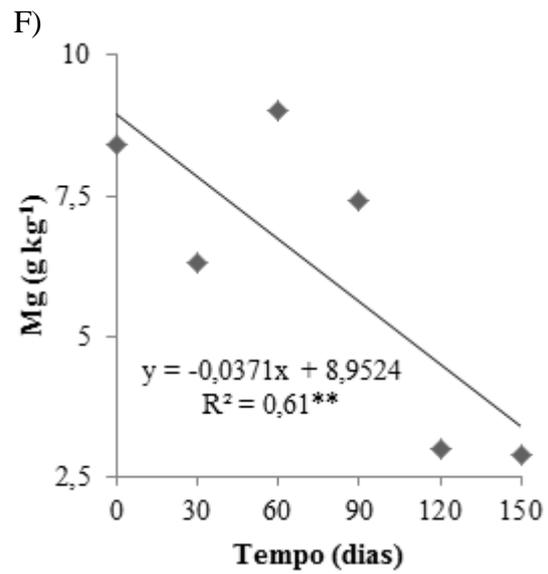
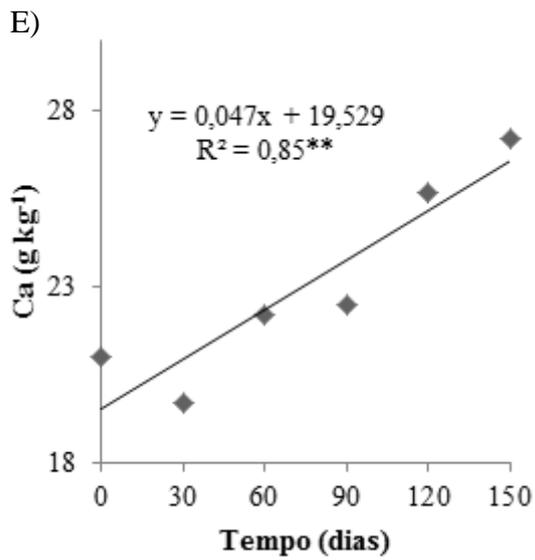
Tabela 8 – Valores médios, teste de F e coeficiente de variação para as variáveis biomassa, celulose, lignina, carbono, macro e micronutrientes relação celulose/nitrogênio, lignina/nitrogênio e carbono/nitrogênio das folhas de serrapilheira do pereiro

Tempo	Biomassa	Celulose	Lignina	Carbono	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B	Cel/N	Lig/N	C/N
dias	g	----- g kg ⁻¹ -----								----- mg kg ⁻¹ -----								
0	10,0	267,3	113,7	443,8	10,2	0,8	12,3	21,0	8,4	1,5	12,5	96,0	15,7	28,0	42,2	26,1	11,1	43,3
30	9,7	283,5	125,3	455,1	10,1	0,9	9,6	19,7	6,3	1,4	9,5	369,0	16,2	73,0	54,2	28,0	12,4	45,0
60	9,6	282,4	112,5	440,2	10,0	0,9	10,8	22,2	9,0	1,5	11,5	140,0	15,0	32,5	46,5	28,1	11,2	43,9
90	9,7	274,7	108,1	440,5	10,5	1,0	10,5	22,5	7,4	1,7	14,5	227,0	17,7	29,5	61,7	26,2	10,3	42,0
120	7,3	337,0	234,7	458,3	11,3	0,5	1,2	25,7	3,0	0,6	12,5	1620,0	26,5	64,0	47,5	29,8	20,8	40,5
150	5,6	251,8	348,3	425,0	15,0	0,8	2,7	27,2	2,9	1,4	17,0	4560,0	36,7	111,0	44,2	16,8	23,2	28,3
Teste F	**	ns	**	ns	**	ns	**	**	**	ns	**	ns	**	ns	ns	**	**	**
CV (%)	4,6	4,1	13,7	2,0	3,3	11,0	8,7	7,6	24,4	13,2	16,6	49,1	10,2	62,6	12,5	3,9	12,0	2,7

N – nitrogênio; P – fósforo; K – potássio; Ca – cálcio; Mg – magnésio; S – enxofre; Cu – cobre; Fe – ferro; Zn – zinco; Mn – manganês; B – boro; cel/N – relação celulose/N; lig/N – relação lignina/nitrogênio; C/N – relação carbono/nitrogênio. ^{ns}, * e ** - não significativo, significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente.

Nas Figuras 6A, 6D e 6F, respectivamente, observa-se redução linear nos valores de biomassa, potássio e magnésio em função do tempo; no entanto, para os teores de lignina, nitrogênio, cálcio, cobre, zinco e para a relação lignina/N, observa-se aumento linear (Figura 6B, 6C, 6E, 6G, 6H e 6J, respectivamente) nos seus valores à medida que se eleva o tempo de permanência dos resíduos no campo. Já para as relações celulose/N e C/N constata-se resposta quadrática (Figura 6I e 6K, respectivamente) para estas variáveis, em função do tempo de degradação dos materiais.





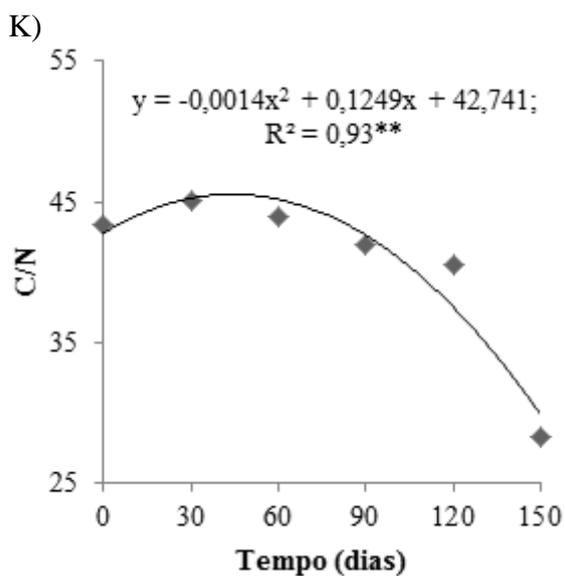


Figura 6 - Valores de decomposição da biomassa (A), lignina (B), nitrogênio (C), potássio (D), cálcio (E), magnésio (F), cobre (G), zinco (H) e das relações celulose/N (I), lignina/N (J) e C/N (K) das folhas de serrapilheira de pereiro no período de 150 dias.
 ** - significativo a 1% de probabilidade.

Pau-branco

Na Tabela 9 foi observado efeito significativo apenas para a variável biomassa, teor de celulose e de cálcio dos resíduos de pau-branco em função do tempo.

Tabela 9 – Valores médios, teste de F e coeficiente de variação para as variáveis biomassa, celulose, lignina, carbono, macro e micronutrientes relação celulose/nitrogênio, lignina/nitrogênio e carbono/nitrogênio das folhas de serrapilheira do pau-branco

Tempo	Biomassa	Celulose	Lignina	Carbono	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B	Cel/N	Lig/N	C/N
dias	g	----- g kg ⁻¹ -----									----- mg kg ⁻¹ -----							
0	10,0	335,6	324,1	430,2	24,9	1,4	14,9	20,1	5,0	2,1	7,0	207,0	22,5	83,0	78,7	14,3	13,3	18,4
30	9,3	333,1	296,1	444,0	20,0	0,8	9,5	18,1	5,7	1,3	5,0	261,0	16,7	140,0	35,0	17,6	15,1	23,4
60	9,2	319,2	319,0	426,7	24,2	1,5	13,0	21,5	5,0	2,4	7,0	328,0	70,0	100,0	62,7	14,1	13,4	18,8
90	9,2	310,9	266,3	427,9	20,0	1,2	16,0	25,8	4,6	2,2	6,0	217,0	17,7	97,0	73,0	16,9	13,9	23,1
120	9,1	314,7	267,9	442,5	19,0	1,1	13,9	25,6	4,5	2,1	6,5	232,0	21,7	97,0	83,5	18,9	16,7	26,6
150	8,6	308,0	273,7	449,7	18,7	1,1	13,1	24,2	5,1	2,7	6,5	742,0	25,7	94,0	83,7	17,0	14,8	24,8
Teste F	**	*	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	1,7	4,4	19,4	2,0	31,6	35,0	21,0	15,9	17,2	11,9	39,7	80,4	109,1	32,6	15,2	30,3	28,6	30,4

N – nitrogênio; P – fósforo; K – potássio; Ca – cálcio; Mg – magnésio; S – enxofre; Cu – cobre; Fe – ferro; Zn – zinco; Mn – manganês; B – boro; cel/N – relação celulose/N; lig/N – relação lignina/nitrogênio; C/N – relação carbono/nitrogênio. ^{ns}, * e ** - não significativo, significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente.

Nas Figuras 7A e 7B verifica-se redução linear para a biomassa e teor de celulose, respectivamente, com relação ao tempo de decomposição dos resíduos. Já para o nutriente cálcio observa-se aumento linear em função dos diferentes tempos de decomposição para a fração folha da serrapilheira do pau-branco (Figura 7C).

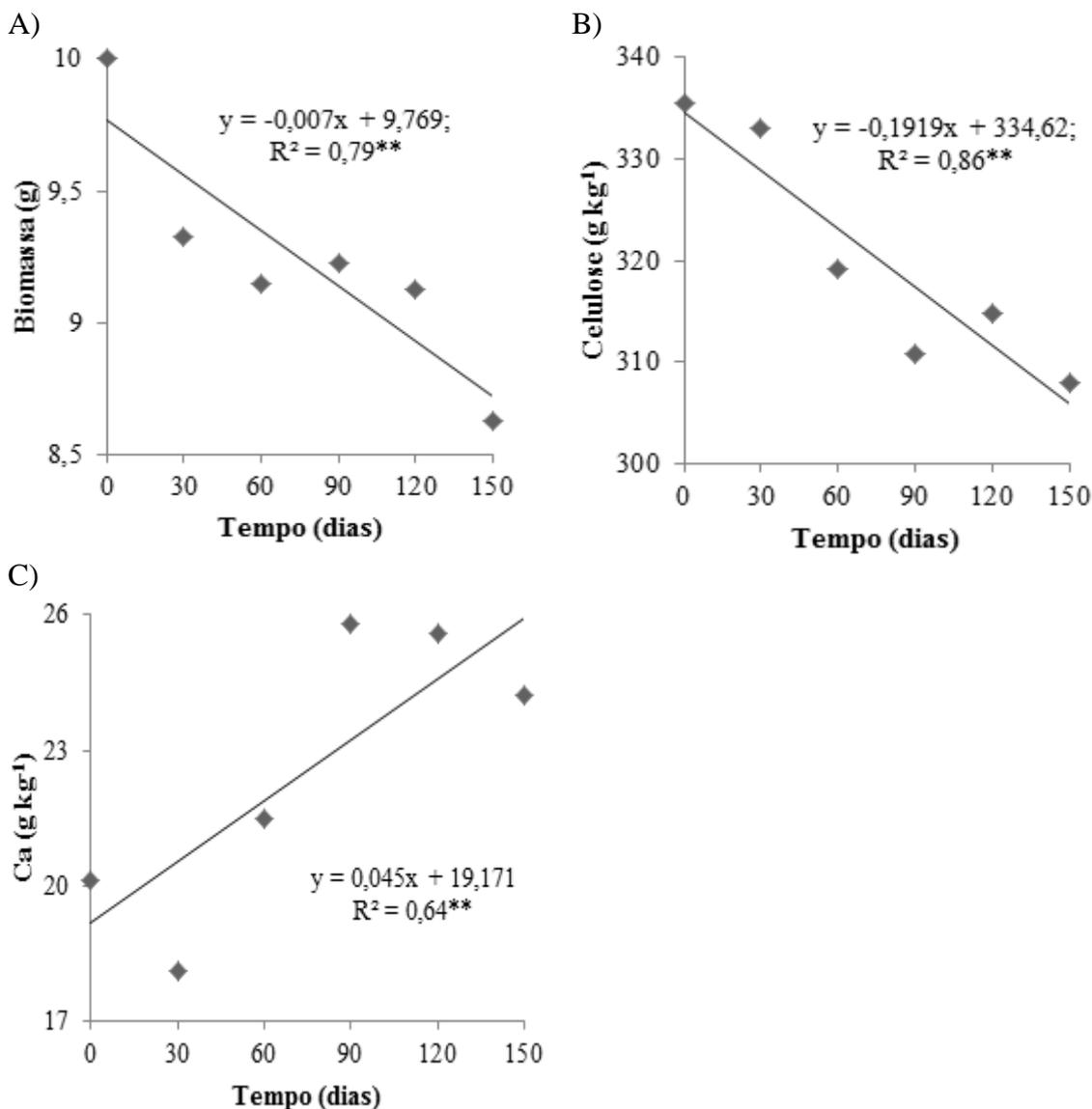


Figura 7 - Valores de decomposição da biomassa (A), celulose (B) e cálcio (C) das folhas de serrapilheira de pau-branco no período de 150 dias. ****** - significativo a 1% de probabilidade.

Marmeleiro

Verifica-se efeito significativo do tempo de degradação dos resíduos de marmeleiro apenas para a variável biomassa (Tabela 10).

Tabela 10 – Valores médios, teste de F e coeficiente de variação para as variáveis biomassa, celulose, lignina, carbono, macro e micronutrientes relação celulose/nitrogênio, lignina/nitrogênio e carbono/nitrogênio das folhas de serrapilheira do marmeleiro

Tempo	Biomassa	Celulose	Lignina	Carbono	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B	Cel/N	Lig/N	C/N
dias	g	g kg ⁻¹									mg kg ⁻¹							
0	10,0	324,8	350,2	449,1	15,2	0,7	10,3	16,9	5,8	1,3	4,0	320,0	18,2	221,0	57,2	21,3	23,1	29,6
30	8,7	345,6	343,7	459,7	14,3	0,7	8,9	20,4	3,6	1,3	4,5	292,0	13,2	70,0	41,5	24,2	24,1	32,2
60	8,6	357,6	360,4	448,4	14,4	0,7	9,4	14,8	5,8	1,1	4,0	473,0	20,5	189,5	41,0	25,2	25,3	31,6
90	8,6	343,1	333,0	446,5	14,9	1,1	10,2	21,6	5,4	1,5	5,0	323,0	18,0	232,5	52,5	23,1	22,4	30,1
120	8,5	346,1	329,3	454,6	14,3	0,6	8,7	20,2	5,9	0,7	5,5	304,0	20,5	226,5	60,7	24,2	23,0	31,8
150	8,0	324,9	316,5	459,8	14,7	0,9	11,7	19,1	5,7	1,2	5,0	376,0	17,2	222,0	64,7	22,3	21,7	31,5
Teste F	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	2,8	5,2	8,8	1,4	7,3	27,0	14,2	19,6	9,1	15,6	18,9	33,9	17,7	25,5	16,9	9,3	10,8	8,3

N – nitrogênio; P – fósforo; K – potássio; Ca – cálcio; Mg – magnésio; S – enxofre; Cu – cobre; Fe – ferro; Zn – zinco; Mn – manganês; B – boro; Cel/N – relação celulose/N; Lig/N – relação lignina/nitrogênio; C/N – relação carbono/nitrogênio. ^{ns}, * e ** - não significativo, significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente.

Na Figura 8 observa-se redução linear da biomassa em relação ao tempo de degradação dos resíduos de serrapilheira do marmeleiro.

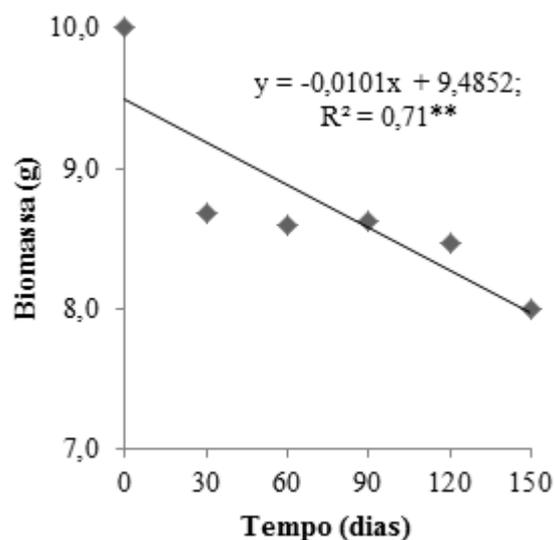


Figura 8 - Valores de decomposição da biomassa das folhas de serrapilheira de marmeleiro no período de 150 dias.** - significativo a 1% de probabilidade.

Taxa de degradação

Os dados referentes ao conteúdo remanescente das oito espécies estudadas estão apresentados a seguir.

Mofumbo

Na Figura 9 estão representados os acúmulos de biomassa, celulose, lignina e carbono remanescente dos resíduos da serrapilheira do mofumbo, após 150 dias de decomposição, observando-se que todos os modelos foram significativos, exceto para o nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e manganês, que não houve resultado significativo para o modelo exponencial. Já para enxofre, cobre, ferro, zinco e boro o modelo não se ajustou aos dados.

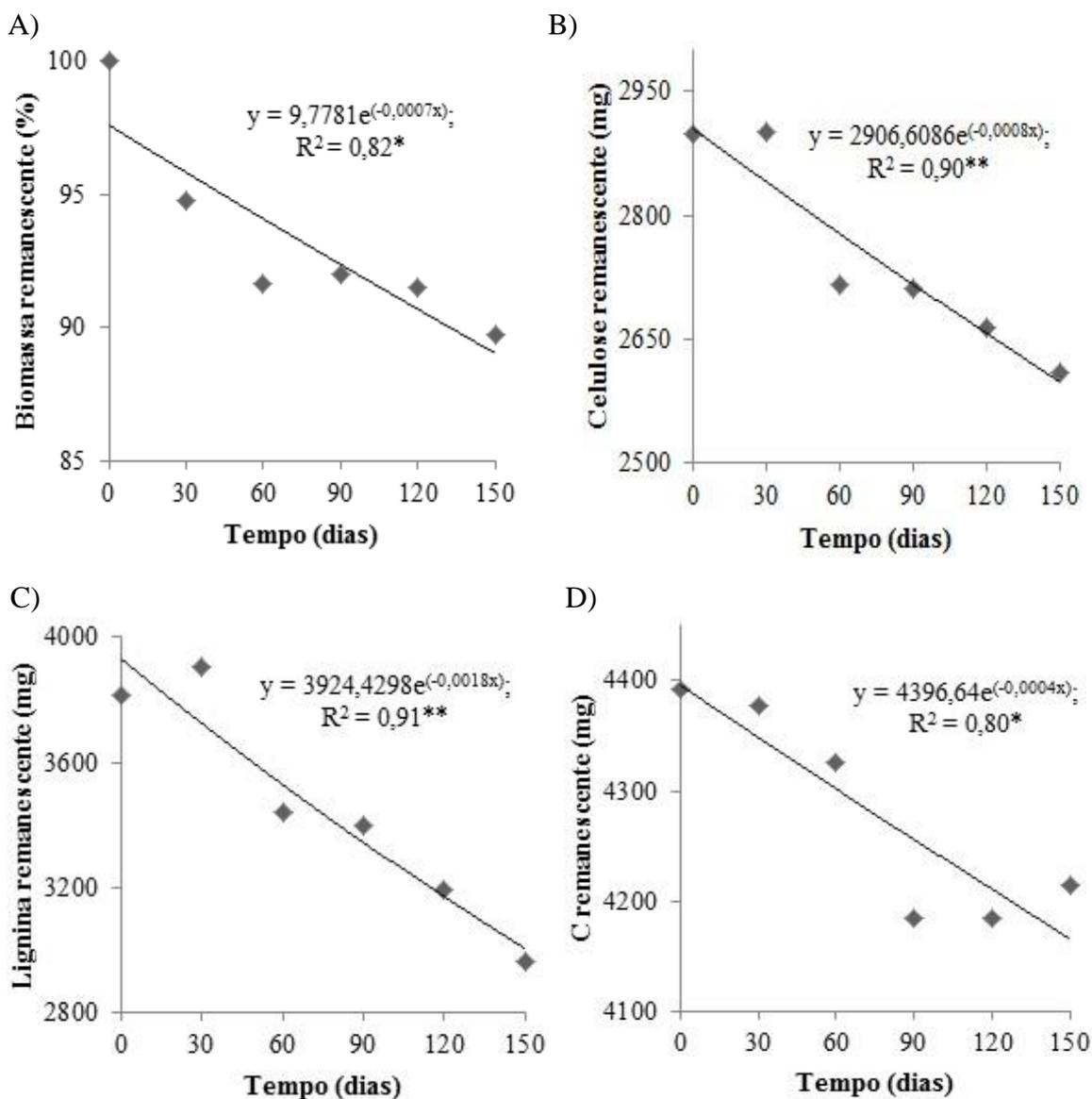


Figura 9 – Biomassa (A), celulose (B), lignina (C) e carbono remanescente (D) da fração folhas da serrapilheira do mofumbo no período de 150 dias. * e ** - significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente.

Sabiá

Dos conteúdos de biomassa, celulose, lignina, carbono macro e micronutrientes remanescentes dos resíduos de sabiá, apenas para biomassa, celulose e potássio remanescente o modelo exponencial foi significativo (Figura 10A, 10B e 10C, respectivamente). Para o nutriente fósforo e para todos os micronutrientes o modelo exponencial não se ajustou aos dados.

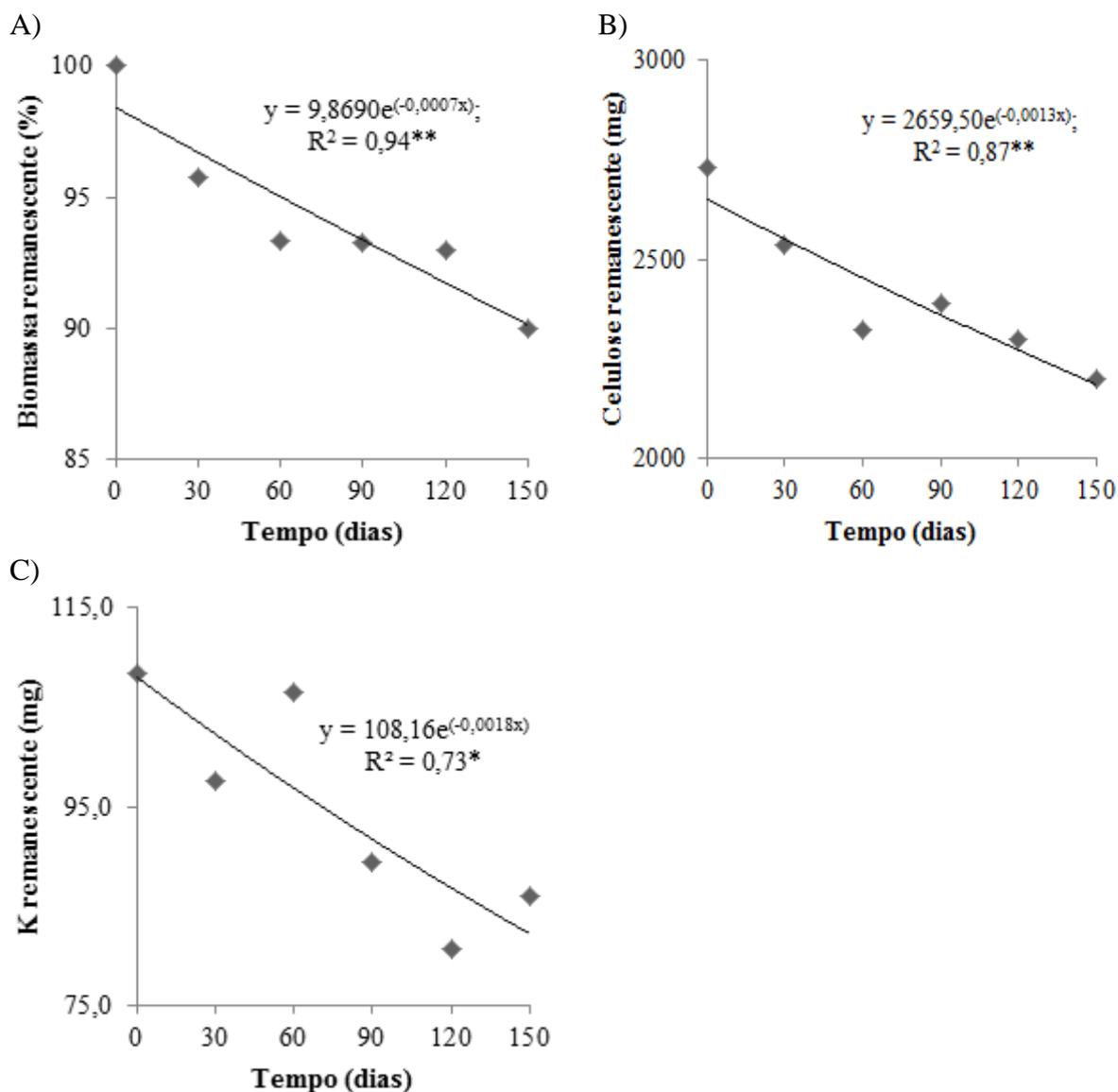
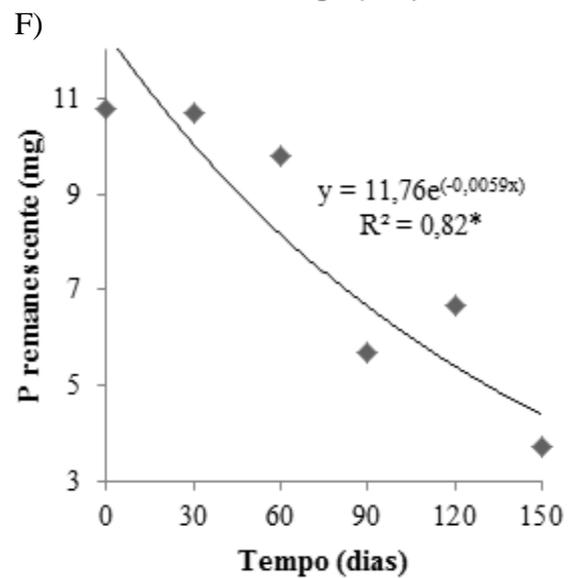
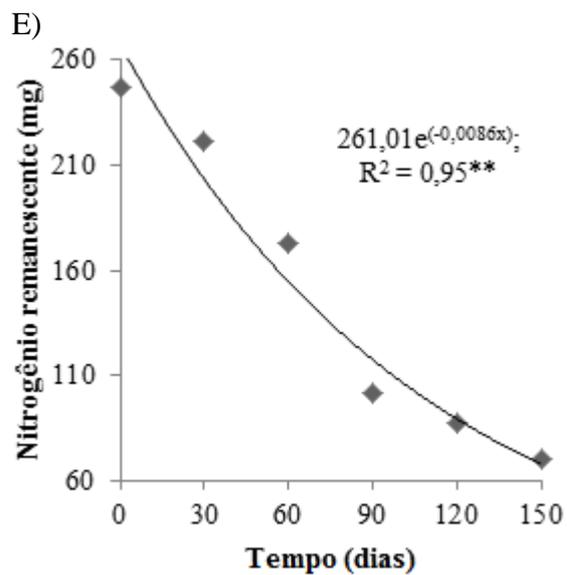
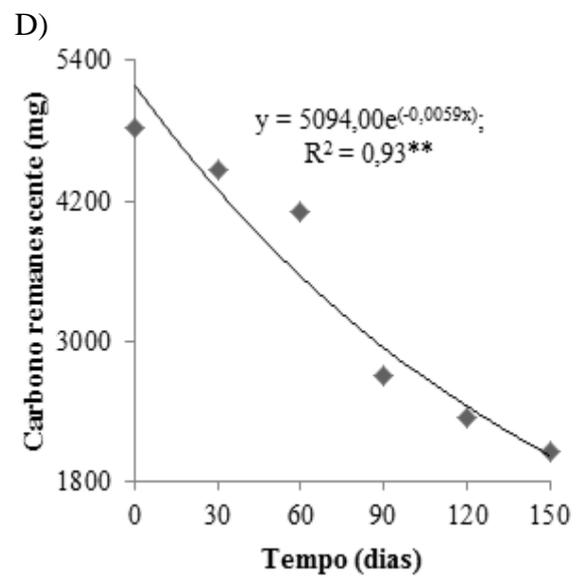
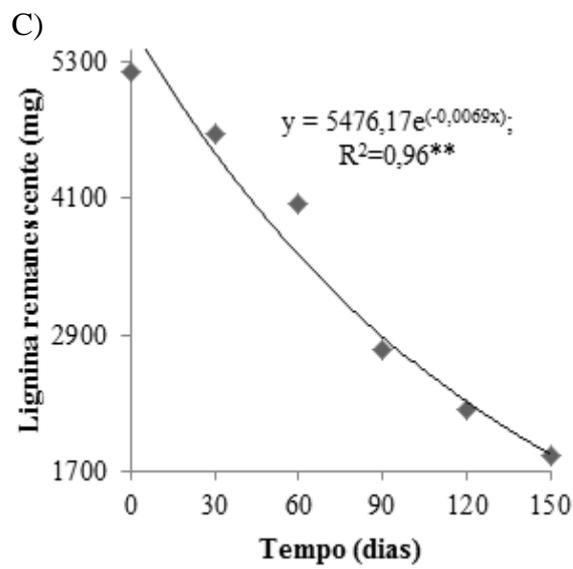
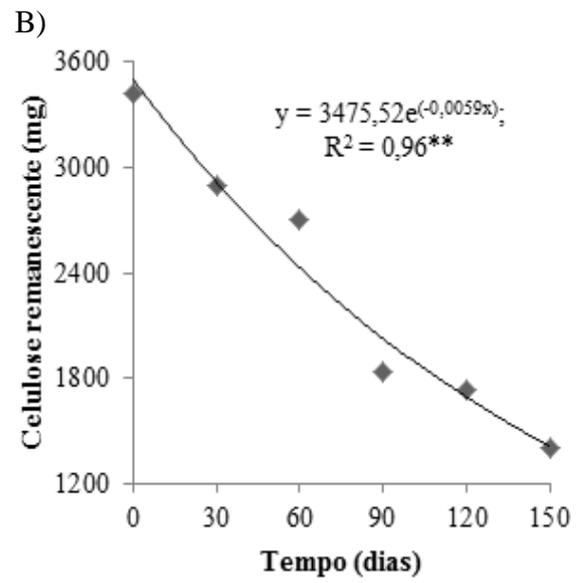
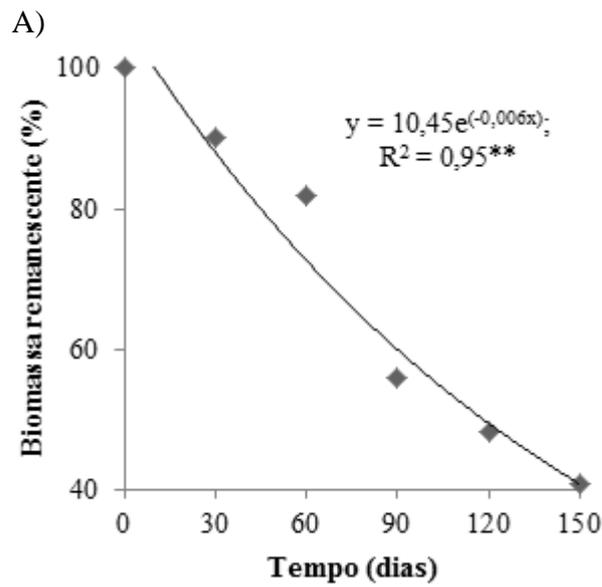
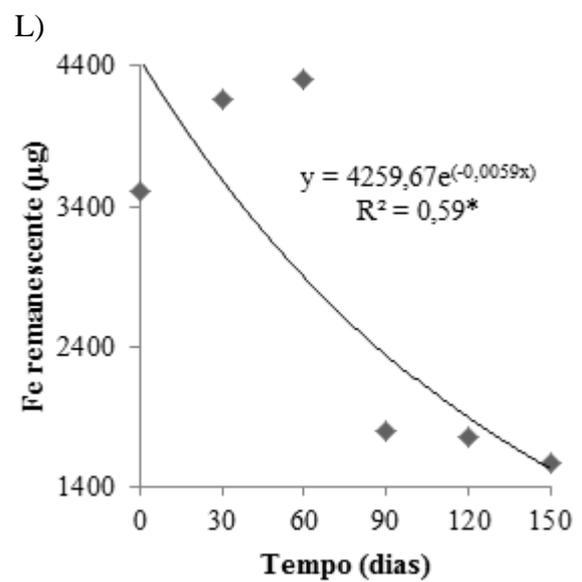
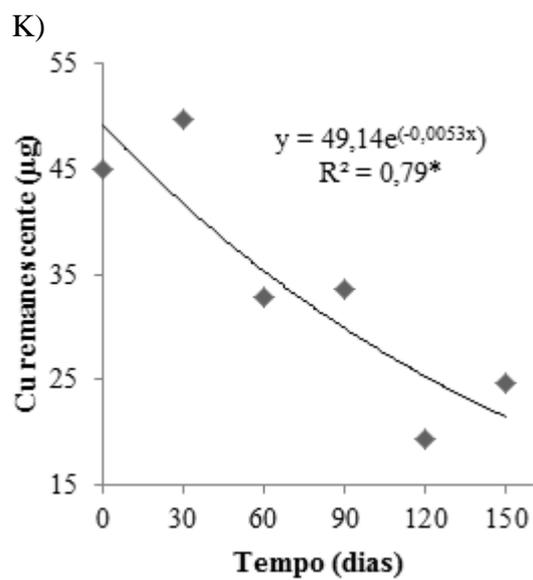
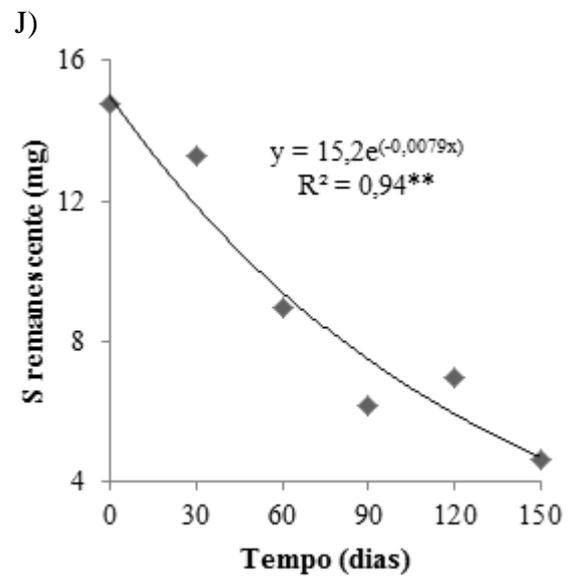
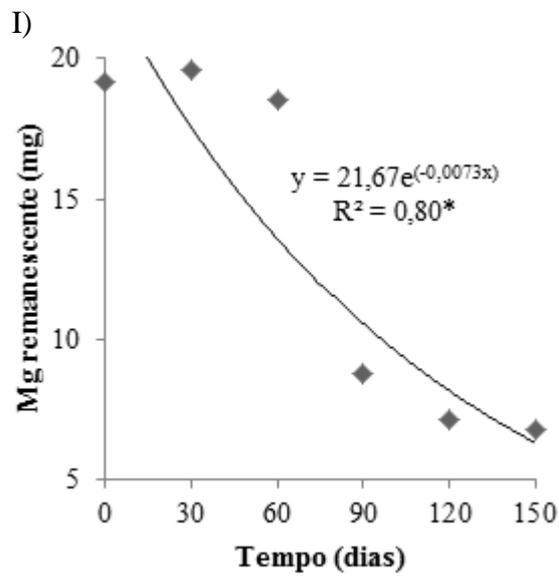
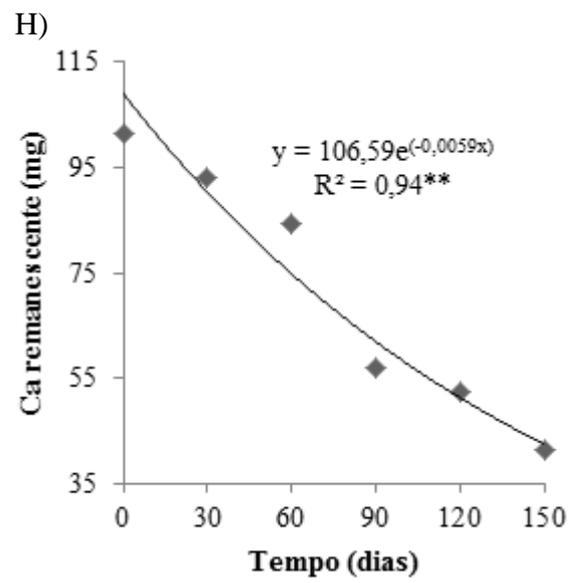
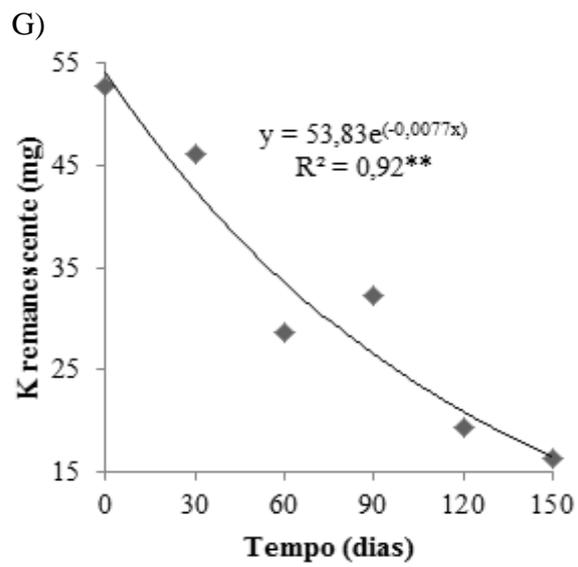


Figura 10 – Biomassa (A), potássio (B) e celulose remanescente (C) da fração folhas da serrapilheira do sabiá no período de 150 dias. * e ** - significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente.

Jurema-preta

Com relação aos resíduos de jurema-preta, houve significância para os conteúdos de biomassa, celulose, lignina, carbono, macro e micronutrientes remanescentes (Figura 11).





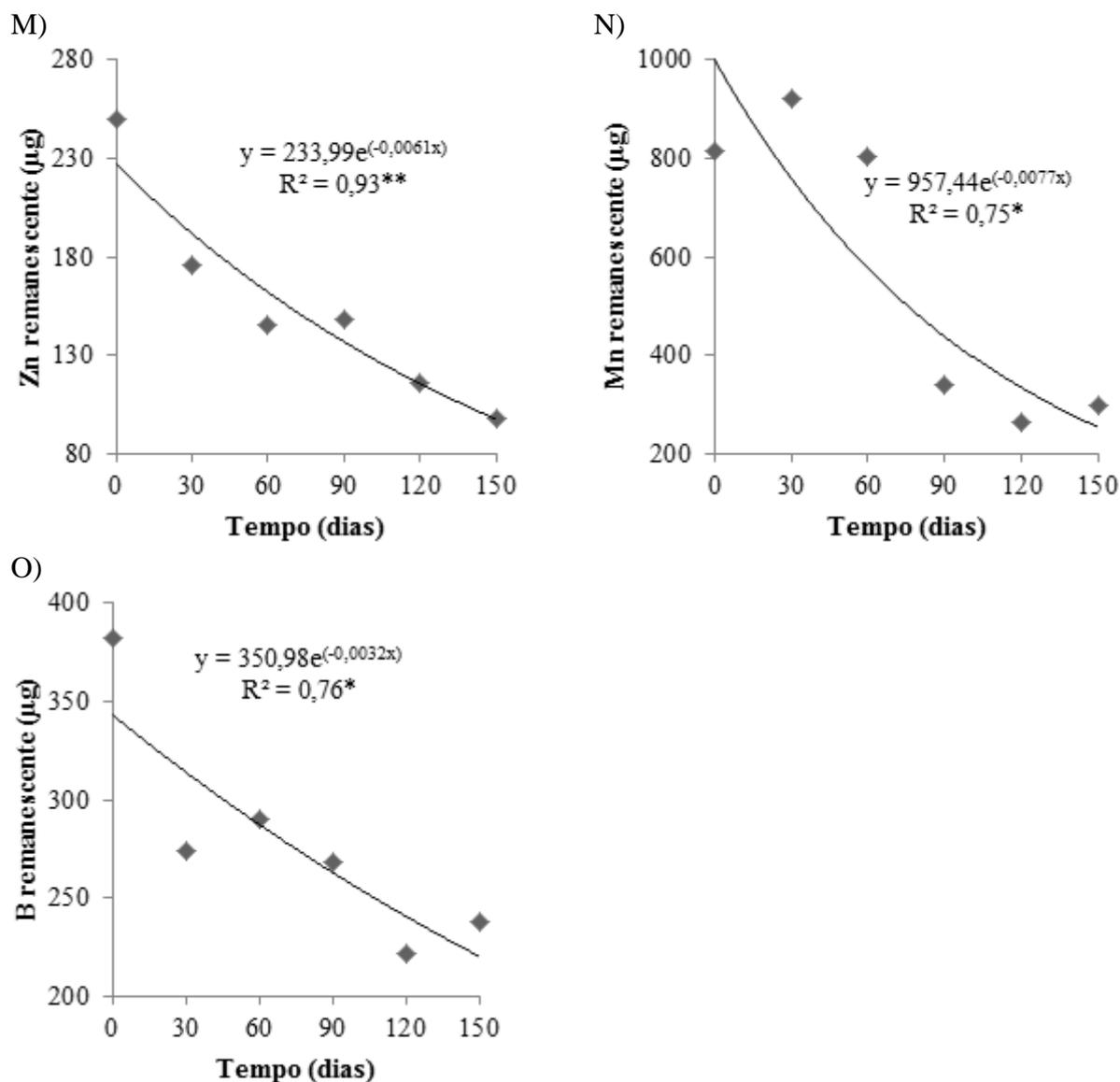


Figura 11 – Biomassa (A), celulose (B), lignina (C), carbono (D), macro e micronutrientes remanescentes da fração folhas de serrapilheira da jurema-preta no período de 150 dias. * e ** - significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente.

Jucá

Para os resíduos de jucá verifica-se que o modelo se ajustou significativamente aos dados de biomassa, carbono, nitrogênio e potássio remanescente (Figura 12A, 12B, 12C e 12D, respectivamente). No entanto, para os nutrientes cálcio, magnésio, cobre, ferro, zinco e boro não houve ajuste do modelo (Tabela 12).

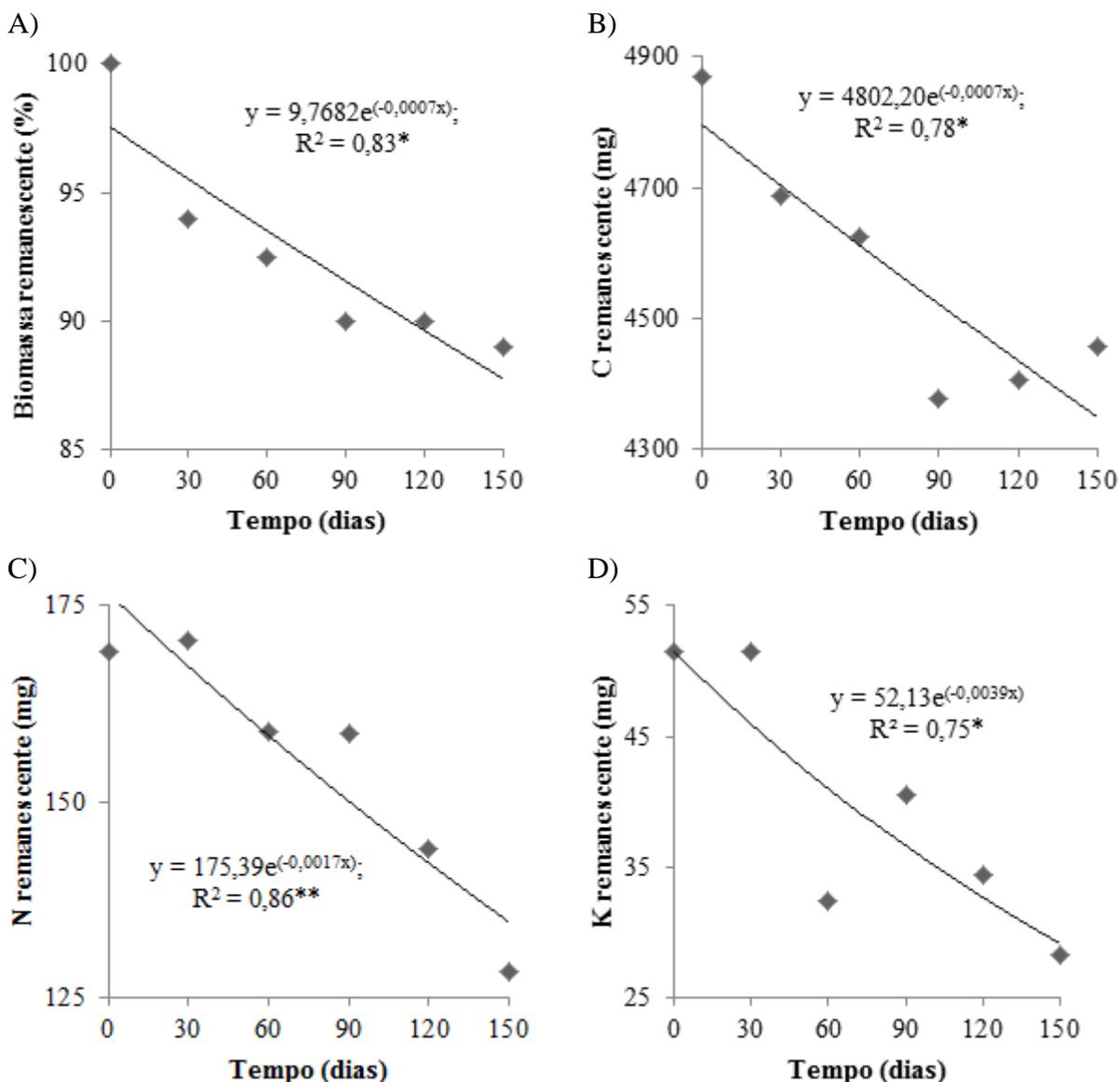
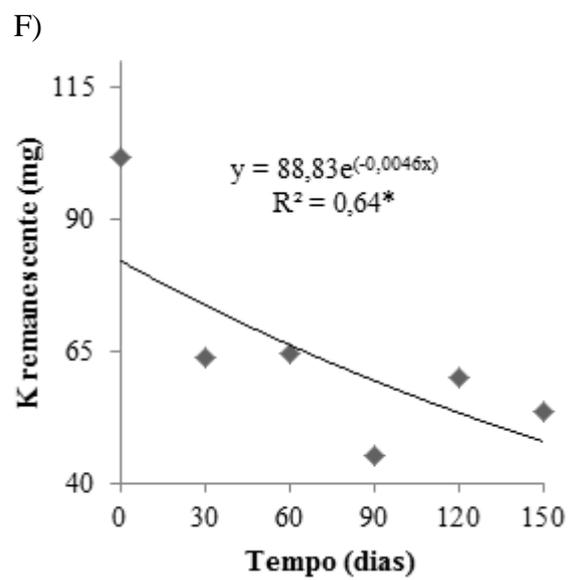
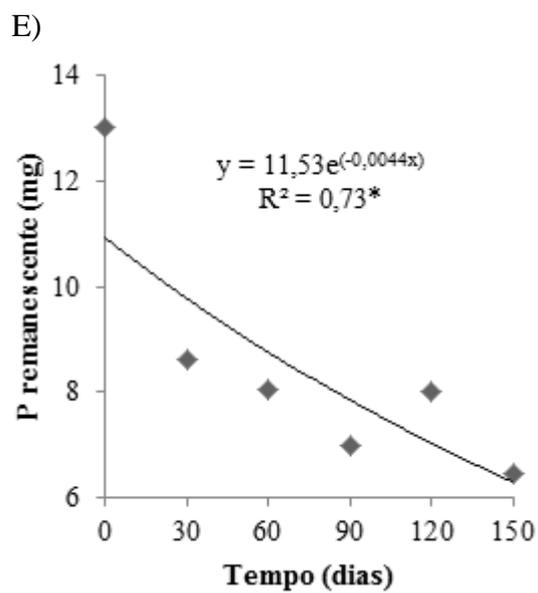
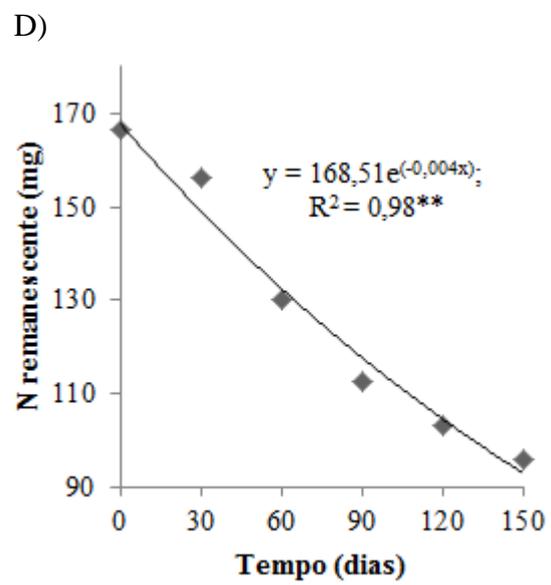
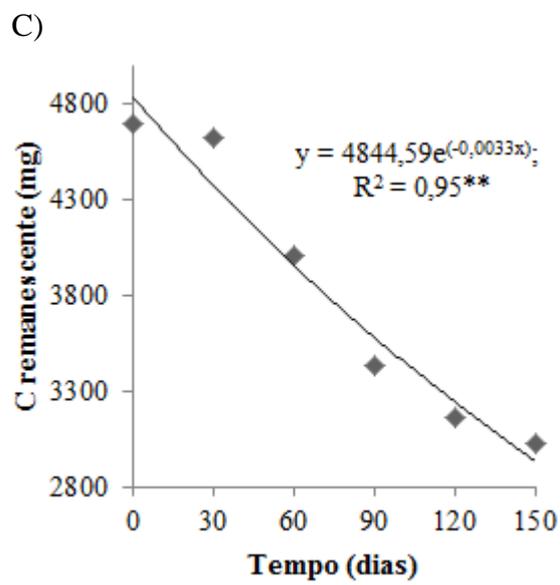
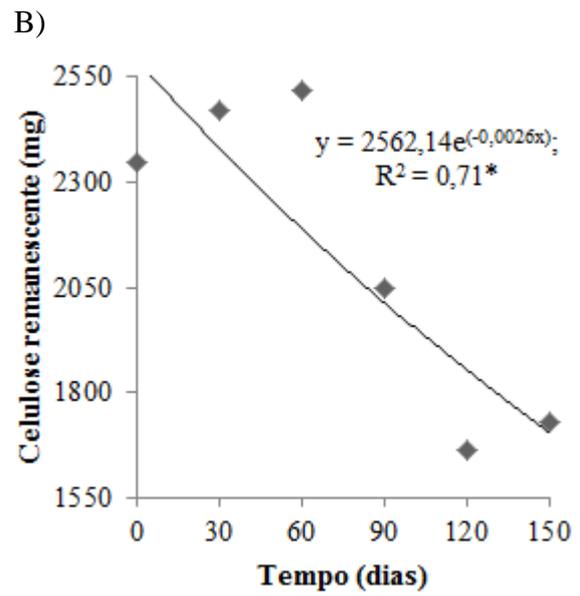
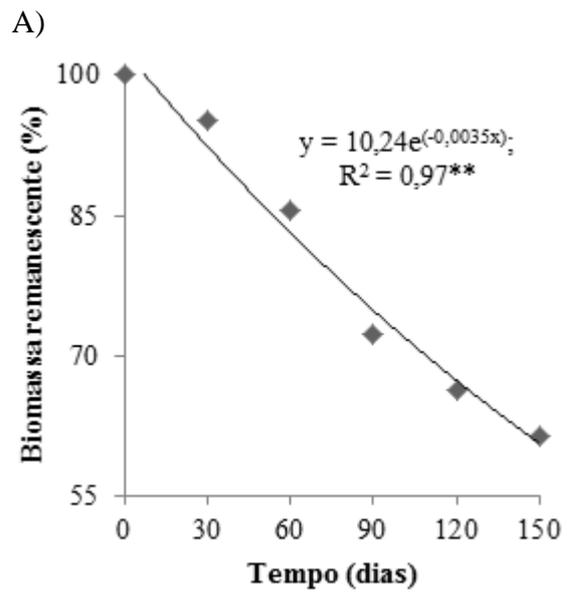


Figura 12 – Biomassa (A), carbono (B), nitrogênio (C) e potássio remanescente (D) da fração folhas de serrapilheira de jucá no período de 150 dias. * e ** - significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente.

Catingueira

Na Figura 13 verifica-se que o modelo exponencial foi significativo para biomassa, celulose, carbono, nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre, zinco e manganês remanescente. Para os nutrientes cálcio, magnésio e ferro não houve diferença significativa para o modelo. Porém, para os micronutrientes cobre e boro não houve ajuste do modelo (Tabela 13).



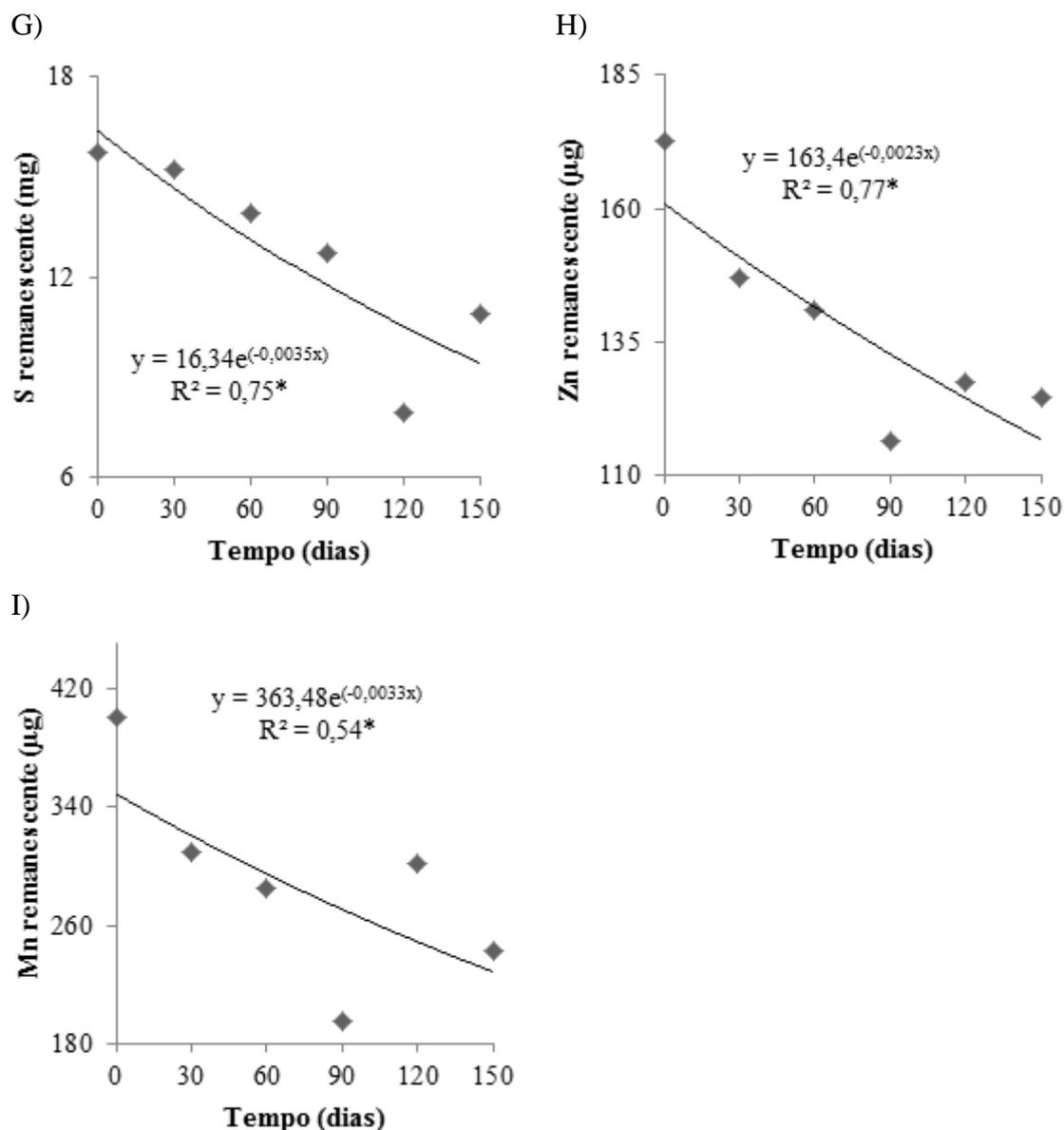


Figura 13 – Biomassa (A), celulose (B), carbono (C), nitrogênio (D), fósforo (E), potássio (F), enxofre (G), zinco (H) e manganês remanescente (I) da fração folhas de serrapilheira de catingueira no período de 150 dias. * e ** - significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente.

Pereiro

Pode-se verificar que para os resíduos de pereiro apenas biomassa, carbono, nitrogênio, potássio e magnésio remanescente se ajustaram ao modelo exponencial (Figura 14A, 14B, 14C, 14D e 14E, respectivamente). Enquanto para os nutrientes fósforo, cálcio e enxofre não houve significância do modelo. Com relação ao conteúdo de micronutrientes o modelo exponencial não se ajustou para qualquer um dos elementos (Tabela 13).

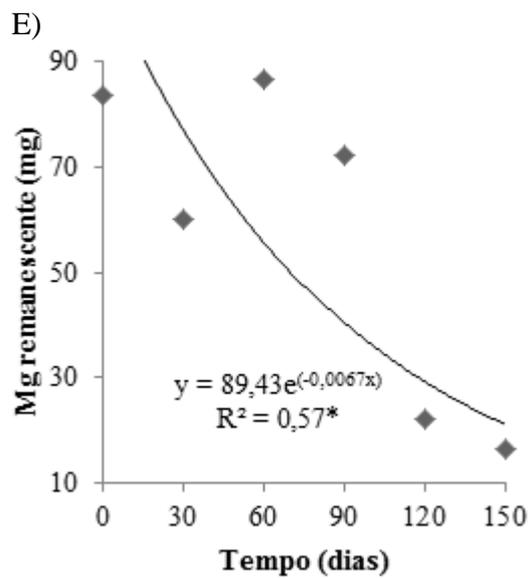
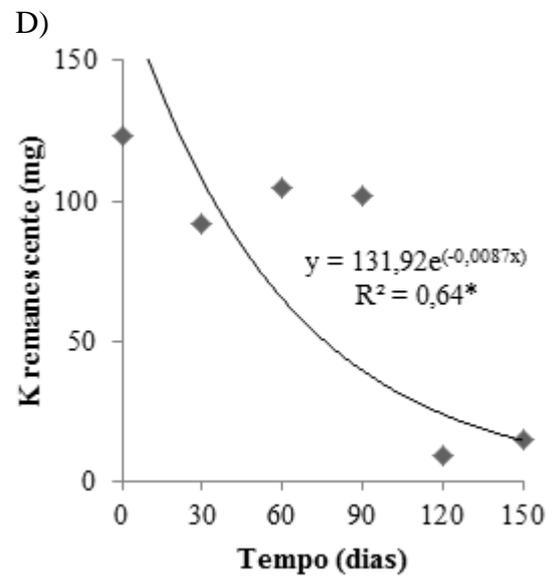
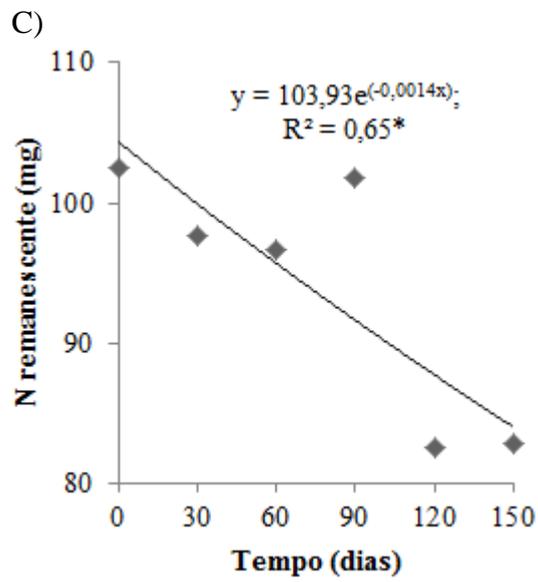
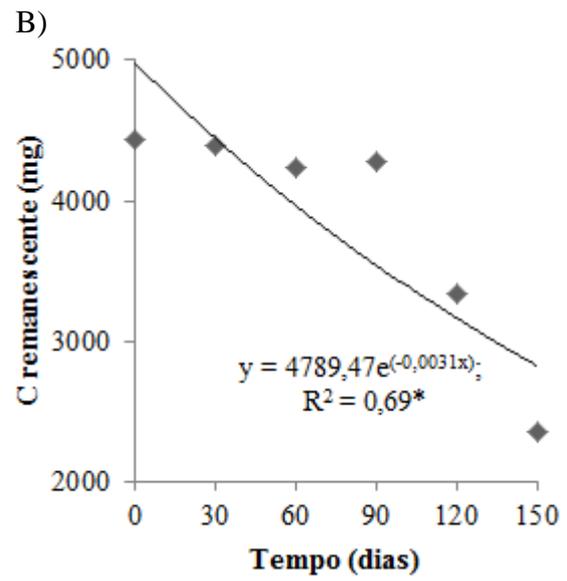
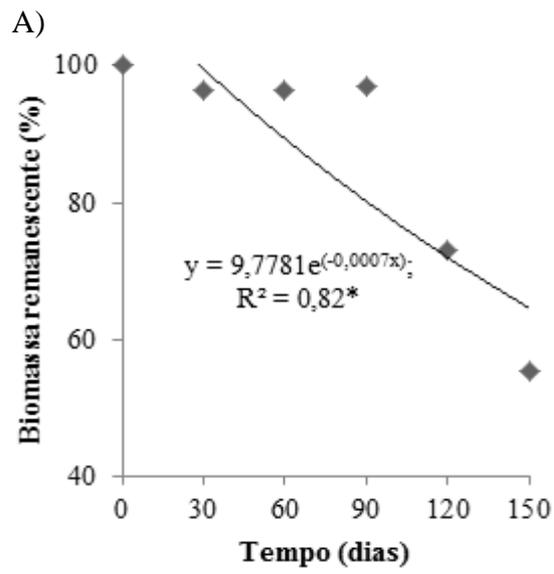
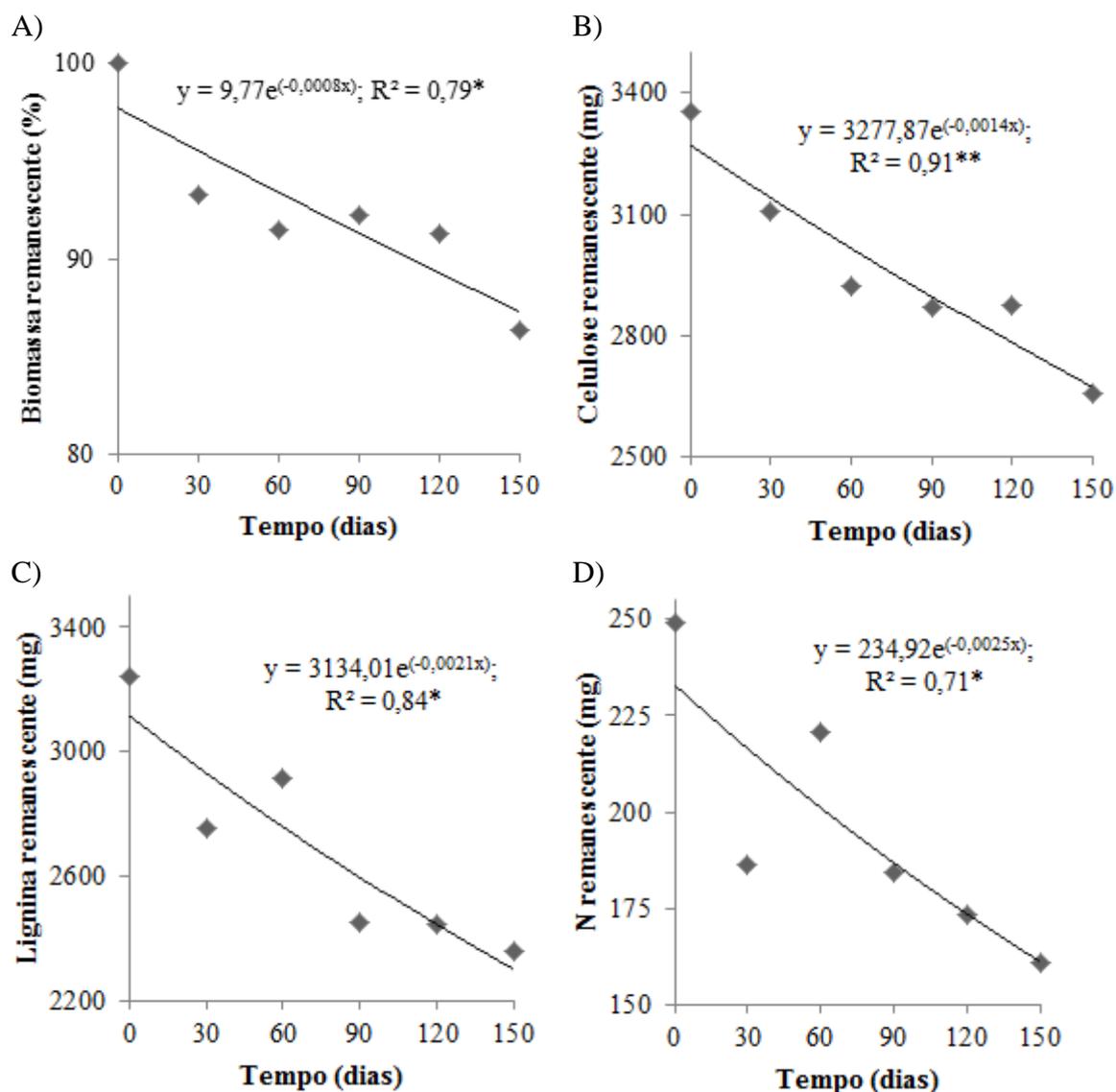


Figura 14 – Biomassa (A), carbono (B), nitrogênio (C), potássio (D) e magnésio remanescente (E) da fração folhas de serrapilheira de pereiro no período de 150 dias. ^{ns} e * - não significativo e significativo a 5 % de probabilidade, respectivamente.

Pau-branco

Para os resíduos de pau-branco nota-se na Figura 15 que apenas para o biomassa, celulose, lignina, nitrogênio e magnésio remanescente o modelo exponencial foi significativo, para os demais nutrientes não houve ajuste do modelo (Tabela 12 e 13).



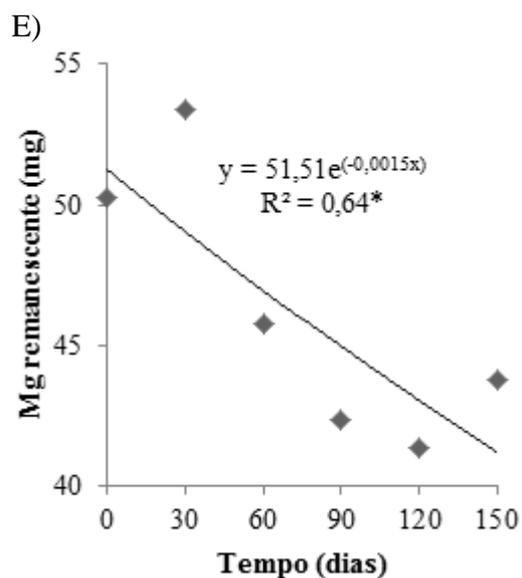
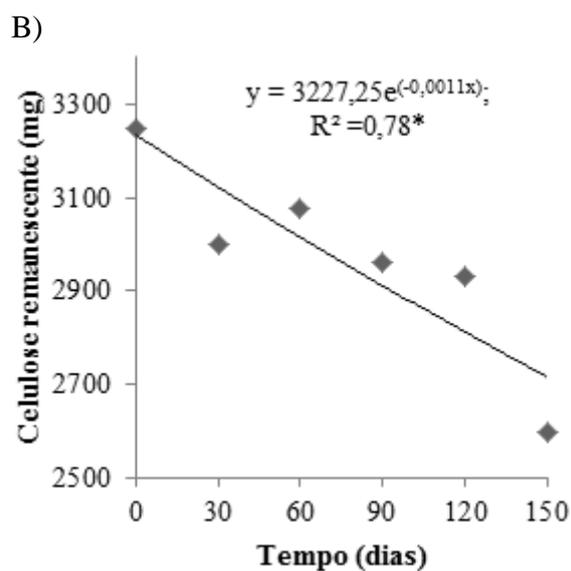
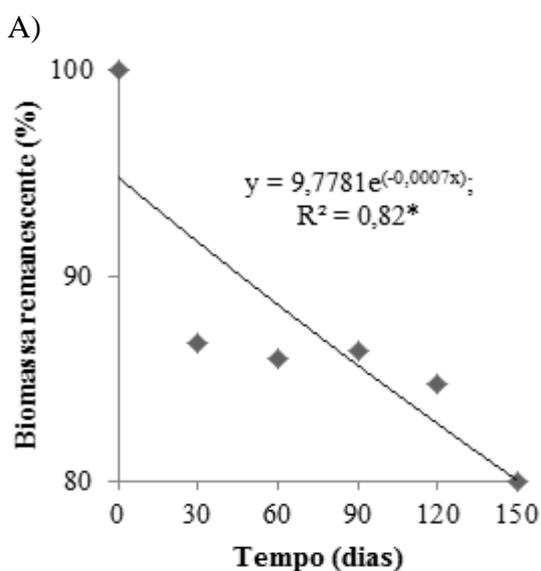


Figura 15 – Biomassa (A), celulose (B), lignina (C), nitrogênio (D) e magnésio remanescente (E) da fração folhas de serrapilheira de pau-branco no período de 150 dias. * e ** - significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente.

Marmeleiro

Com relação aos resíduos de marmeleiro houve significância do modelo exponencial para as variáveis biomassa, celulose, lignina e carbono remanescente (Figura 16A, 16B, 16C e 16D, respectivamente), enquanto para os demais não houve ajuste para este modelo (Tabela 12 e 13).



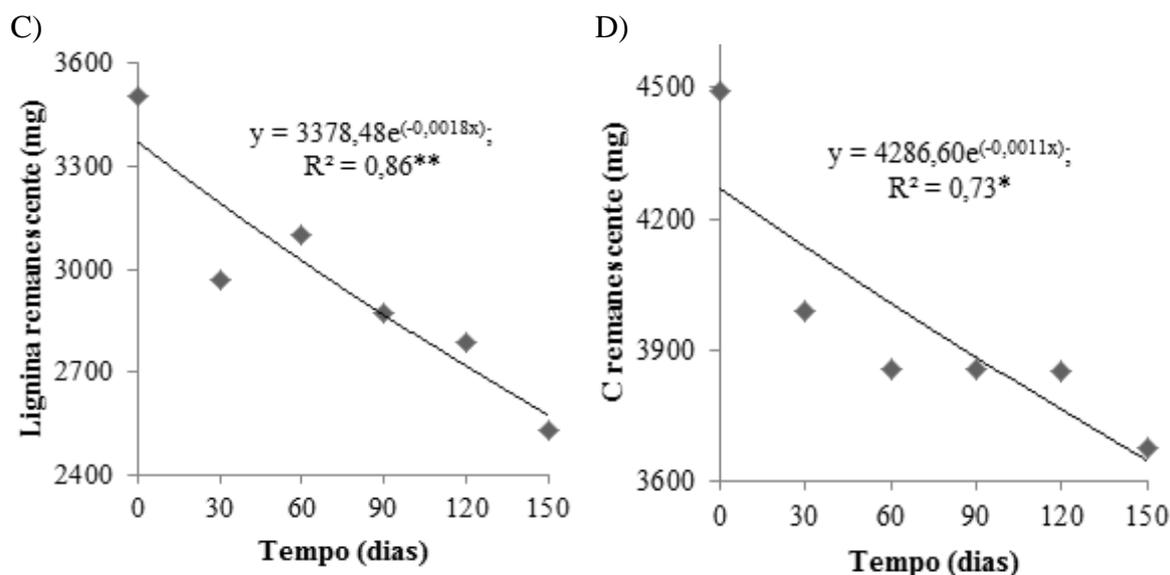


Figura 16 – Biomassa (A), celulose (B), lignina (C) e carbono remanescente (D) da fração folhas de serrapilheira de marmeleiro no período de 150 dias. * e ** - significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente.

Nas Tabelas 11, 12 e 13 estão apresentados os valores da constante k, que indica a taxa de degradação e o tempo de meia-vida que é o tempo necessário para que metade do material se decomponha (SCORIZA, et al., 2012) para biomassa, celulose, lignina, carbono (Tabela 11), macro (Tabela 12) e micronutrientes remanescentes (Tabela 13) em cada espécie estudada, durante os 150 dias de avaliação.

Tabela 11 – Constante de decomposição (k) e tempo de meia-vida ($T_{1/2}$) da biomassa, celulose, lignina e carbono das folhas de serrapilheira de espécies lenhosas da caatinga no período de 150 dias

Espécies	Biomassa		Celulose		Lignina		Carbono	
	k mg g ⁻¹ dias	T _{1/2} dias						
Mofumbo	0,7	990	0,8	867	1,8	386	0,4	1733
Sabiá	0,7	991	1,3	534	0,7	991	0,4	1733
Jurema-preta	6,0	116	5,9	118	6,9	101	5,9	118
Jucá	0,7	990	0,4	1732	1,1	631	0,7	991
Catingueira	3,5	198	2,6	266	2,3	301	3,3	211
Pereiro	0,7	990	2,6	266	*	*	3,1	224
Pau-branco	0,8	866	1,4	495	2,1	331	0,6	1156
Marmeleiro	0,7	990	1,1	631	1,8	386	1,1	631

Observa-se que a ordem decrescente de decomposição para as espécies foi a seguinte para *biomassa*: jurema-preta > catingueira > pau-branco > mofumbo = jucá =

pereiro = sabiá. *Celulose*: jurema-preta > catingueira = pereiro > pau-branco > sabiá > marmeleiro > mofumbo > jucá. *Lignina*: jurema-preta > catingueira > pau-branco > mofumbo = marmeleiro > jucá > sabiá. *Carbono*: jurema-preta > catingueira > pereiro > marmeleiro > jucá > pau-branco > mofumbo > sabiá (Tabela 11).

As taxas de degradação e o tempo de meia vida dos macronutrientes durante a decomposição da fração folhas da serrapilheira no período de 150 dias pode ser observado na Tabela 12. Observa-se, ainda, que para as espécies mofumbo, sabiá, jucá, pau-branco e marmeleiro alguns dos nutrientes não se ajustaram ao modelo exponencial (Tabela 12).

Tabela 12 - Constante de decomposição (k) e tempo de meia-vida ($T_{1/2}$) dos macronutrientes das folhas de serrapilheira de espécies lenhosas da Caatinga no período de 150 dias

Espécies	N		P		K		Ca		Mg		S	
	k mg g ⁻¹ dias	$T_{1/2}$ dias										
Mofumbo	0,9	771	0,8	867	3,2	217	0,4	1733	2,1	331	-	-
Sabiá	0,7	991	-	-	1,8	386	0,7	991	2,6	267	1,5	463
Jurema-preta	8,6	81	5,9	118	7,7	91	5,9	118	7,3	95	7,9	88
Jucá	1,7	408	1,6	434	3,9	178	-	-	-	-	3,8	183
Catingueira	4,0	174	4,4	158	4,6	151	2,8	248	7,3	95	3,5	199
Pereiro	1,4	496	4,2	166	8,7	80	1,4	496	6,7	104	4,3	162
Pau-branco	2,5	278	-	-	-	-	-	-	1,5	463	-	-
Marmeleiro	1,4	496	-	-	-	-	-	-	-	-	2,9	240

Os nutrientes que houve ajuste para o modelo exponencial apresentaram a seguinte ordem decrescente entre espécie: *N*: jurema-preta > catingueira > pau-branco > jucá > pereiro > marmeleiro > mofumbo > sabiá. *P*: jurema-preta > catingueira > pereiro > jucá > mofumbo. *K*: pereiro > jurema-preta > catingueira > jucá > mofumbo > sabiá. *Ca*: jurema-preta > catingueira > pereiro > sabiá > mofumbo. *Mg*: jurema-preta > catingueira > pereiro > sabiá > mofumbo > pau-branco. *S*: jurema-preta > pereiro > jucá > catingueira > marmeleiro > sabiá (Tabela 12).

Na Tabela 13 observam-se as taxas de degradação e o tempo de meia vida dos micronutrientes pela decomposição a fração folhas da serrapilheira das espécies utilizadas no ensaio durante os 150 dias de observação. Verifica-se que para as espécies pereiro, pau-branco e marmeleiro o modelo exponencial não se ajustou para qualquer dos dados de micronutrientes, e que apenas para a espécie jurema-preta isso foi possível.

Tabela 13 - Constante de decomposição (k) e tempo de meia-vida ($T_{1/2}$) dos micronutrientes das folhas da serrapilheira de espécies lenhosas da Caatinga no período de 150 dias

Espécies	Cu		Fe		Zn		Mn		B	
	k mg g ⁻¹ dias	$T_{1/2}$ dias								
Mofumbo	-	-	-	-	-	-	0,9	771	-	-
Sabiá	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jurema-preta	5,3	131	5,9	118	6,1	114	7,7	91	3,2	217
Jucá	-	-	-	-	-	-	1,4	496	-	-
Catingueira	-	-	1,9	365	2,3	302	3	211	-	-
Pereiro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pau-branco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Marmeleiro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Para biomassa, a menor taxa de decomposição (k) foi para as espécies mofumbo, sabiá, jucá, pereiro e marmeleiro, sendo estimada em $0,0007 \text{ mg g}^{-1} \text{ dias}$, referente à menor velocidade de decomposição, com tempo de meia-vida ($T_{1/2}$) estimado para 990 dias. Jurema-preta e catingueira foram as espécies com maior taxa de decomposição para os componentes biomassa, celulose, lignina e carbono (Tabela 11) e para os nutrientes N, P, Ca, Mg (Tabela 12) e Fe, Zn e Mg (Tabela 13). Para K e S, jurema-preta e pereiro apresentaram maior taxa de degradação (Tabela 12). Para a espécie pereiro o modelo não se ajustou para lignina, não sendo possível calcular sua taxa de decomposição e tempo de meia-vida (Tabela 11).

4. DISCUSSÃO

Teor

Para todas as espécies avaliadas houve redução significativa de sua biomassa em relação ao tempo zero (Figura 1A, 2A, 3A, 4A, 5A, 6A, 7A e 8A), demonstrando que ocorreu atividade de decompositores, reduzindo assim o material.

Com relação aos teores de celulose foi observado efeito significativo ao longo do tempo apenas para os resíduos de pau-branco. Nas espécies mofumbo e jurema-preta houve redução no teor de lignina conforme o tempo de decomposição; no entanto, para a espécie pereiro, verificou-se aumento do teor de lignina à medida que ocorreu o processo de decomposição. Cunha & Biachini (1998) afirmam que após a morte das plantas a celulose e a lignina irão constituir grande parte dos detritos, sendo assim os principais substratos a serem utilizados pelos microrganismos durante a decomposição. No entanto, para os resíduos do pereiro os incrementos observados para a lignina podem ser devido ao consumo apenas de compostos mais solúveis pelos microrganismos; com isso, os compostos mais resistentes como a lignina contribuíram em maior quantidade nos resíduos remanescentes do pereiro. Esse fato foi comprovado por Alves et al. (2006), que avaliando a decomposição de diferentes espécies da Caatinga, uma delas o pereiro, verificou que esta foi a espécie que menos sofreu ataque dos microrganismos do solo.

Quanto ao teor de N presente nos resíduos verificou-se redução nos resíduos de jurema-preta, e aumento deste nos resíduos do pereiro durante o período de decomposição. Estes fatos podem estar ligados à preferência dos microrganismos e à composição química do material, pois, segundo Palm & Sanchez (1991), a taxa de decomposição e a liberação de nutrientes dos materiais orgânicos são dependentes da

natureza dos constituintes orgânicos, da quantidade de nutrientes no solo, da quantidade e qualidade dos organismos decompositores existentes, além de, principalmente, das condições ambientais. Isso pode ser comprovado pela alta relação celulose/N e C/N do pereiro (Tabela 2), dificultando o processo de degradação de seus resíduos.

A redução nos teores de N explica o aumento da relação celulose/N, lignina/N e C/N para a espécie jurema-preta em função do tempo de degradação. Para o jucá também houve aumento da relação celulose/N e C/N. As relações celulose/N, lignina/N e C/N também foram significativas para as espécies catingueira e pereiro ao longo do período de decomposição, sendo a relação lignina/N aumentada nos resíduos do sabiá até 70 dias, seguida de redução até os 150 dias de observação. O mesmo foi verificado para a relação C/N dos resíduos de mofumbo, com aumento até 84 dias e posterior redução. Cobo et al. (2002) observaram que a relação lignina/N demonstrou significativa correlação com a liberação de N. Palm & Sanchez (1991) consideram a lignina uma variável que influencia na mineralização do N, porém, a longo prazo. Para a relação C/N, Nicolardot et al. (2001) afirmam ser a característica mais usada em modelos para prever a disponibilidade de N no solo durante a decomposição de materiais orgânicos.

Com relação aos teores de macro e micronutrientes presentes nos resíduos das espécies, verificou-se aumento dos valores de P para a espécie sabiá até os 76 dias, seguida da redução deste nutriente nos resíduos (Figura 2B). Com o aumento da degradação do material houve diminuição dos nutrientes K e Mg nos resíduos de pereiro (Figura 6D e 6F, respectivamente) e redução de K para os resíduos do jucá ao longo do tempo de decomposição (Figura 4B). Essa maior disponibilização do K ocasionada pela degradação da serrapilheira é em função deste nutriente não estar fortemente associado à estrutura das folhas, sendo facilmente lixiviável (Scheer, 2008), enquanto a liberação do magnésio foi correlacionada positivamente por este autor com o valor de N durante a decomposição. Porém, para o elemento Ca ocorreu aumento deste em função do tempo para as espécies pereiro e pau-branco. O fato de maior parte do Ca no tecido vegetal estar localizado nas paredes celulares, resultante da grande quantidade de sítios de ligação para este elemento nestas células e ao transporte restrito do Ca no citoplasma (Vitti et al., 2006) pode resultar numa lenta decomposição.

Os teores de micronutrientes mostraram aumento relacionado com o tempo de decomposição. O teor de B aumentou para os resíduos das espécies jurema-preta e catingueira no decorrer do tempo (Figuras 3D e 5C, respectivamente). Foi verificado

incremento do Cu e Zn para a espécie do pereiro (Figura 6G e 6H, respectivamente), enquanto para a catingueira houve aumento apenas para o elemento Zn (Figura 5B). O B age como constituinte essencial das paredes celulares (Kirkby & Römheld, 2007), sua participação como componente estrutural pode dificultar a liberação deste elemento, ocorrendo, com isso o aumento deste nutriente em função do período de decomposição. Outro fator relacionado é devido à baixa taxa de decomposição apresentado por estas espécies, dificultando a liberação dos nutrientes (Tabela 11).

Taxa de degradação

Com relação às taxas de decomposição, nota-se que de maneira geral o percentual de biomassa e os valores de celulose, lignina, carbono e nitrogênio remanescente dos resíduos vegetais durante os 150 dias de avaliação diminuiu para todas as espécies avaliadas (Figuras 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 e 16).

O percentual de biomassa dos resíduos das espécies mofumbo, sabiá, jucá e pau-branco (Figuras 9A, 10A, 12A e 15A, respectivamente) demonstram decomposição mais lenta destas espécies, apresentando a seguinte ordem de taxa de decomposição: jurema-preta > catingueira > pau-branco > jucá > marmeleiro > mofumbo > pereiro > sabiá (Tabela 11).

Estes resultados podem ser explicados levando em consideração o período de avaliação, que foi na época seca, tornando o processo de decomposição mais lento em função da baixa pluviosidade, sendo as atividades microbianas influenciadas pelas condições climáticas. Segundo Torres et al. (2005), a influência do clima sobre a sucessão microbiana é aspecto pouco conhecido da dinâmica de decomposição da serrapilheira, sobretudo nas regiões semiáridas, nas quais a disponibilidade de água é o fator-chave que limita a atividade microbiana.

No entanto, a lenta decomposição de algumas destas espécies durante o período seco gera maior camada de material remanescente, que pode contribuir para a maior proteção do banco de sementes, do solo e contra os agentes causadores da erosão que ocorrem durante o período chuvoso seguinte, além de maior ciclagem e liberação de nutrientes pelo material por já estar em avançado estágio de degradação na época de cultivo.

Devem-se considerar, também, as características morfológicas destas espécies, apresentando folhas mais rígidas e resistentes às condições de estresse da região e o alto teor de lignina. Segundo Pereira et al. (2012), maiores valores de lignina são decorrentes

das condições ambientais, pois, com isso, as espécies reduzem as perdas de água por evapotranspiração, apresentando folhas com texturas coriáceas como estratégia. Segundo estes autores, em geral, nas comunidades muito expostas à ação dos ventos, existe a tendência de maior lignificação dos tecidos, quando comparadas à outras menos expostas a esta ação. Essa estratégia visa diminuir a condutância estomática e, conseqüentemente, reduzir as perdas hídricas por transpiração. Souto et al. (2013) afirmam que, pelo fato das espécies da Caatinga serem heliófitas, a maioria de suas folhas apresentam textura rígida e, por isso, demoram mais a umedecer, dificultando a ação dos microrganismos nos períodos mais secos, tornando o processo de decomposição mais lento.

Já as espécies que apresentaram maior taxa de decomposição da fração folhas da serrapilheira foram a jurema-preta, seguida pela da catingueira, pereiro e marmeleiro (Tabela 11).

Conforme dados da Tabela 2, a jurema-preta apresenta alto teor de N em seus resíduos por ser uma leguminosa fixadora de nitrogênio, fato que pode ter acelerado o seu processo de decomposição, levando apenas 81 dias para liberar metade desse elemento (Tabela 12). De acordo com os resultados de Aita & Giacomini (2003), utilizando leguminosas como adubo verde, estas são rapidamente decompostas em função do conteúdo de N e, principalmente, de sua baixa relação C/N, podendo haver até perdas. No entanto, para a espécie sabiá, apesar de ser também uma leguminosa fixadora de nitrogênio, esta apresentou baixa taxa de decomposição. Pode-se relacionar o fato desta espécie possuir altos conteúdos de lignina e elevada relação C/N no material inicial (Tabela 2).

Freire et al. (2010), avaliando a decomposição de frações de serrapilheira do sabiá, encontraram, também, lenta decomposição nesta espécie, e atribuíram ao fato de haver imobilização do N, devido sua alta relação C/N nos períodos iniciais de incubação. Porém, afirmam que sua lenta decomposição pode reduzir as perdas de N, aumentar sua sustentabilidade e diminuir os possíveis efeitos deletérios ao ambiente.

Os resíduos do pereiro apresentaram taxa de decomposição lenta e constante até os 90 dias; a partir daí, verifica-se acelerada decomposição até os 150 dias (Figura 14A). Essa lenta decomposição inicial corrobora com a alta relação celulose/N e C/N presente nos seus resíduos (Tabela 2), tornando a decomposição mais lenta até os 90 dias de ensaio. Contudo, o aumento na taxa de decomposição deve-se ao fato de que os resíduos do pereiro foram levados a campo mais tardiamente e, nos dois últimos tempos

de avaliação (120 e 150 dias), houve precipitação no local, acelerando a taxa de decomposição dos resíduos.

Alves et al. (2006), avaliando a decomposição de resíduos culturais de espécies nativas na Caatinga paraibana, verificaram que a taxa de decomposição das espécies foi menor aos 30 e 60 dias, sendo que aos 90 dias de decomposição esta taxa aumentou significativamente devido ao aumento da umidade no solo, resultado da alta pluviosidade registrada naquele período, evidenciando a dependência da taxa de decomposição em relação, não apenas a composição do resíduo, mas também do clima local.

Os conteúdos de celulose nos resíduos remanescentes diminuíram com o passar do tempo para as espécies mofumbo, sabiá, jurema-preta, catingueira, pau-branco e marmeleiro (Figuras 9B, 10B, 11B, 13B, 15B e 16B, respectivamente). De acordo com Berg (2000), as taxas de decomposição da celulose podem ser relacionadas positivamente com a concentração de N.

A lignina remanescente dos resíduos de mofumbo, jurema-preta, pau-branco e marmeleiro apresentou decaimento (Figuras 9C, 11C, 15C e 16C, respectivamente), mesmo sendo um dos componentes mais recalcitrantes, ou seja, de maior resistência à degradação; isso pode estar relacionado ao conteúdo de Mn presente nestas espécies, principalmente no marmeleiro, que possui em sua composição altas concentrações de Mn (Tabela 2). De acordo com Perez & Jeffries (1992), o manganês desempenha papel importante na degradação da lignina, por ser considerado essencial para a atividade da Mn-peroxidase, enzima responsável pela degradação da lignina.

À medida que o estágio de decomposição dos resíduos de jurema-preta, jucá, catingueira e pereiro avançaram, o conteúdo de carbono nos resíduos diminuiu (Figuras 11D, 12B, 13C e 14B, respectivamente). O nitrogênio apresentou decaimento em seu conteúdo nas espécies jurema-preta, jucá, catingueira e pereiro (Figuras 11E, 12C, 13D e 14C, respectivamente).

Um fator que se deve considerar também é a presença de microrganismos e a temperatura local, pois, mesmo sendo no período seco, sem grandes taxas de umidade, condições ideais para a atividade da população microbiana, ainda existem muitas espécies atuando no processo de decomposição. De acordo com Osaki & Péllico Neto (2012), a serrapilheira apresenta quantidades de nutrientes significativos, que são mineralizados pela atividade microbiana, principalmente pelos fungos e mesmo a camada de serrapilheira atingindo níveis de temperatura de até 35°C, os microrganismos

sobrevivem e se multiplicam, mostrando a grande adaptação que os fungos possuem. Estes obtêm energia e carbono com a decomposição dos compostos orgânicos, degradam a lignina (basidiomicetos) e são formadores de simbioses mutualísticas com as plantas (micorrizas).

Com relação ao conteúdo de nutrientes remanescentes durante o processo de degradação das espécies, pode-se observar que a liberação de nutrientes das folhas das espécies mofumbo, jucá e pereiro foi maior para o K, com liberação de metade do nutriente contido na biomassa das folhas aos 217, 178 e 80 dias de início da decomposição (Tabela 12). Para as espécies sabiá e catingueira houve mais rápida liberação de Mg, enquanto para jurema foi de S, sendo necessário 267, 95 e 88 dias para a liberação da metade desses nutrientes, respectivamente.

As espécies apresentaram a seguinte ordem decrescente de velocidade de liberação dos macronutrientes com a decomposição da serrapilheira: mofumbo K>Mg>N>P>Ca; sabiá Mg>K>S>N=Ca; jurema-preta N>S>K>Mg>Ca=P; jucá K>S>N>P; catingueira Mg>K>P>N>S>Ca; pereiro K>Mg>S>P>N=Ca (Tabela 12).

Segundo Caldeira (2003), diferentes teores, bem como, conteúdos de macronutrientes na serrapilheira podem estar relacionados com a mobilidade dos bioelementos dentro da planta. Isso pode ser comprovado pela rápida liberação do potássio, em relação aos outros nutrientes, em função de sua facilidade em ser lixiviado, por não compor qualquer estrutura vegetal; por outro lado, ocorre lenta liberação do cálcio, por fazer parte do componente estrutural das células do tecido vegetal, sendo um dos últimos nutrientes a ser liberado para o solo via decomposição da serrapilheira (Godinho, et al., 2014).

Com relação ao conteúdo remanescente dos micronutrientes, foi observado que o Mn foi o elemento de mais rápida liberação por parte das espécies jurema-preta e catingueira. O Mn é acumulado preferencialmente nas folhas (Larcher, 2006), aumentando conforme avança a idade da planta por ser um elemento imóvel na planta (Dechen & Nachtigall, 2006).

As espécies apresentaram a seguinte ordem decrescente de velocidade de liberação dos micronutrientes: jurema-preta Mn>Zn>Fe>Cu>B; catingueira Mn>Zn>Fe (Tabela 13).

Pode-se verificar que a serrapilheira é responsável pela liberação de grandes quantidades de nutrientes, resultado constatado por Godinho et al. (2013) e Godinho et

al. (2014), pois segundo estes autores a serrapilheira constitui uma importante forma de retorno dos elementos minerais da vegetação para o solo.

5. CONCLUSÃO

A taxa de decomposição apresentou a seguinte ordem decrescente entre as espécies: jurema-preta > catingueira > pau-branco > mofumbo = sabiá = jucá = pereiro = marmeleiro.

A taxa de degradação para os macronutrientes apresentou a seguinte ordem decrescente: mofumbo K>Mg>N>P>Ca; sabiá Mg>K>S>N=Ca; jurema-preta N>S>K>Mg>Ca=P; jucá K>S>N>P; catingueira Mg>K>P>N>S>Ca; pereiro K>Mg>S>P>N=Ca; pau-branco N>Mg; marmeleiro S>N.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, M.I.; MAIA, S.M.F.; OLIVEIRA, T.S. et al. Perdas de solo, água e nutrientes em sistemas agroflorestais no município de Sobral – CE. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 37, p. 270-278, 2006.
- AITA, C.; GIACOMINI, S.J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 2003, v. 27, p. 601-612, 2003.
- ALVES, A.R.; SOUTO, J.S.; DOS SANTOS, R.V. et al. DECOMPOSIÇÃO de resíduos vegetais de espécies da Caatinga, na região de Patos, PB. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v.1, p.57-63, 2006.
- ANDRADE, A.G.; CABALLERO, S.S.U.; FARIA, A.M. **Ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais**. Rio de Janeiro, EMBRAPA Solos, Documentos n. 13, 1999. 58p.
- ANDRADE, A.G.; TAVARES, S.R.L.; COUTINHO, H.L.C. Contribuição da serrapilheira para recuperação de áreas degradadas e para manutenção da sustentabilidade de sistemas agroecológicos. **Informe Agropecuário**, v.24, p.55-63, 2003.
- AOAC Official Method 990.03. **Protein (crude) in animal feed, combustion method. Official Methods of Analysis of AOAC International**. 18th edition. AOAC International, Arlington, VA, USA; 2002 (p. 30–31 (Chapter 4)).
- BERG, B. Litter decomposition and organic matter turnover in northern forest soils. **Forest Ecology and Management**, v. 133, p. 13-22, 2000.
- CALDEIRA, M. V. W. **Determinação de biomassa e nutrientes em uma Floresta Ombrófila Mista Montana em General Carneiro, Paraná**. 2003. 176 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

- COBO, J.G.; BARRIOS, E.; KASS, D.C.L.; THOMAS, R.J. Decomposition and nutrient release by green manures in a tropical hillside agroecosystem. **Plant and Soil**, v. 240, p. 331-342, 2002.
- CUNHA, M.B.; BIANCHINI JUNIOR, I. Mineralização aeróbia de *Camboba piauhyensis* e *Scirpus cubensis*. **Acta Limnológica Brasiliensia**, v. 10, p. 81-91, 1998.
- DECHEN, A.R.; NACHTIGALL, G.R. Micronutrientes. In: FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: UFV, 2006. p. 329-354.
- FERNANDES, M.M.; PEREIRA, M.G.; MAGALHÃES, L.M.S. et al. Aporte e decomposição de serapilheira de áreas de florestas secundária, plantio de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth) e andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) na flora Mário Xavier, RJ. **Ciência Florestal**, v. 16, p. 163-175, 2006.
- FERREIRA, D.F. SISVAR: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, p. 1039-1042, 2011.
- FREIRE, J.D.L.; CARLOS, J.; DUBEUX, B. et al. Deposição e composição química de serrapilheira em um bosque de sabiá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1650-1658, 2010.
- GODINHO, T. de O.; CALDEIRA, M.V.W.; CALIMAN, J.P. et al. Biomassa, macronutrientes e carbono orgânico na serapilheira depositada em trecho de floresta Estacional Semidecidual Submontana, ES. **Scientia Forestalis**, v. 41, p. 131-144, 2013.
- GODINHO, T.O.; CALDEIRA, M.V.W.; ROCHA, J.H.T. et al. Quantificação de biomassa e nutrientes na serapilheira acumulada em trecho de Floresta Estacional Semidecidual Submontana, ES. **Revista Cerne**, v. 20, p. 11-20, 2014.
- KIRKBY, E. A; RÖMHELD, V. **Micronutrientes na fisiologia de plantas: funções, absorção e mobilidade**. Tradução: Suzana Oellers Ferreira. Encarte Técnico. Informações Agronômicas nº 118. 2007.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2006. 531p.
- LIMA, R.P.; FERNANDES, M.M.; FERNANDES, M.R.M. et al. Aporte e decomposição da serapilheira na Caatinga no sul do Piauí. **Revista Floresta e Ambiente**, v. 22, p. 42-49, 2015.
- LOPES, J.F.B.; ANDRADE, E.M.; LOBATO, F.A.O. et al. Deposição e decomposição de serapilheira em área da Caatinga. **Revista Agro@mbiente On-line**, v.3, p. 72-79, 2009.
- MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A.; MURAOKA, T. et al. Análise química de tecido vegetal. In: SILVA, F.C. (Ed.) **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. (2.ed.), Brasília: Embrapa Informática Tecnológica, 2009. p.191-233.
- MOURA, P.M.; ALTHOFF, T.D.; OLIVEIRA, R.A. et al. Carbon and nutrient fluxes through litterfall at four succession stages of Caatinga dry forest in Northeastern Brazil. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 105, p. 25-38, 2016.
- NICOLARDOT, B.; RECOUS, S.; MARY, B. Simulation of C and N mineralisation during crop residue decomposition: A simple dynamic model based on the C/N ratio of the residues. **Plant Soil**, v. 228, p. 83-103, 2001.

- OSAKI, F.; PÉLLICO NETO, S. Flutuação da população de fungos sob floresta ombrófila mista e em povoamento de *Pinus taeda*. **Floresta**, v. 42, p. 795 - 808, 2012.
- PALM, C.A.; SANCHEZ, P.A. Nitrogen release from the leaves of some tropical legumes as affected by their lignin and polyphenolic contents. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 23, p.83-88, 1991.
- PEREIRA, M.G.; SILVA, N.A.; PAULA, R.R. et al. Aporte e decomposição de serapilheira em floresta periodicamente inundável na restinga da Marambaia, RJ. **Ciência Florestal**, v. 22, p. 59-67, 2012.
- PEREZ, J., JEFFRIES, T.W. Roles of manganese and organic acid chelators in regulating lignin degradation and iosynthesis of peroxidases by Phanerochate chrysosporium. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 58, p. 2402-2409, 1992.
- SCHEER, M.B. Decomposição e liberação de nutrientes da Serapilheira foliar em um trecho de floresta Ombrófila densa aluvial em regeneração, Guaraqueçaba (PR). **Floresta**, v. 38, 2008.
- SCORIZA, R. N. PEREIRA, M. G.; PEREIRA, G. H. A. et al. Métodos para coleta e análise de serapilheira aplicados a ciclagem de nutrientes. **Floresta e Ambiente**, v. 2, p. 1-18, 2012.
- SENGER, C.C.D. KOZLOSKI, G.V.; SANCHES, L.M.B. et. al. Evaluation of autoclave procedures for fibre analysis in forage and concentrate feedstuffs. **Animal Feed Science and Technology**, v.146, p. 169–174, 2008.
- SILVA, H.F.; BARRETO, P.A.B.; SOUSA, G.T.O. et al. Decomposição de serapilheira foliar em três sistemas florestais no Sudoeste da Bahia. **Revista Brasileira Biociências**, v. 12, p. 164-172, 2014.
- SOUTO, P.C.; SOUTO, J.S.; SANTOS, R.V. et al. Taxa de decomposição da serapilheira e atividade microbiana em área de Caatinga. **Cerne**, v. 19, p. 559-565, 2013.
- SOUZA, J.A; DAVID, A.C. Deposição de serrapilheira e nutrientes em uma mata não minerada e em plantações de bracatinga (*Mimosa scabrella*) e de eucalipto (*Eucalyptus saligna*) em áreas de mineração de bauxita. **Cerne**, v.7, p.101-113, 2001.
- THOMAS, R.J.; ASAKAWA, N.M. Decomposition of leaf litter from tropical forage grasses and legumes. **Soil Biology and Biochemistry**, v.25, p.1351-1361, 1993.
- TORRES, P.A.; ABRIL, A.B.; BUCHER, E.H. Microbial succession in litter decomposition in the semi-arid Chaco woodland. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 37, p. 49-54, 2005.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTISON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Dairy Science**. v. 74, p. 3583, 1991.
- VITAL, A. R. T. GUERRINI, I. A. FRANKEN, W. K. et al. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma Floresta estacional semidecidual em zona ripária. **Revista Árvore**, v. 28, p. 793-800, 2004.

VITTI, G.C.; LIMA, E.; CICARONE, F. Cálcio, Magnésio e Enxofre. *In*:
FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: UFV, 2006. p. 281-
298.

CAPÍTULO IV

POTENCIAL FERTILIZANTE DA SERRAPILHEIRA DE ESPÉCIES LENHOSAS DA CAATINGA NA RECUPERAÇÃO DE UM SOLO DEGRADADO

RESUMO

O emprego dos resíduos da serrapilheira de espécies lenhosas da Caatinga na recuperação de solos degradados pode ser alternativa interessante por contribuir com o retorno de nutrientes para o solo, favorecendo a ciclagem de nutrientes e o aumento da fertilidade. Com isso objetivou-se mensurar os efeitos da aplicação dos resíduos de serrapilheira de oito espécies lenhosas da Caatinga sobre a fertilidade do solo e sobre a produção de sorgo em solo degradado. O ensaio foi conduzido na casa de vegetação da Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral-CE. O solo utilizado foi de uma área degradada do município de Irauçuba-CE. Foram coletadas folhas recém-caídas, sem sinal de decomposição, das espécies mofumbo, sabiá, jurema-preta, jucá, catingueira, pereiro, pau-branco e marmeleiro. A cultura teste para avaliação do potencial fertilizante da serrapilheira destas espécies foi o sorgo (*Sorghum bicolor*), cultivar BRS Ponta Negra. Para tanto, adotou-se o delineamento em blocos casualizados, com cinco tratamentos e cinco repetições, sendo avaliadas doses equivalentes a: 0, 15, 30, 60 e 120 kg ha⁻¹ de N para cada espécie, e um tratamento adicional com adubo mineral, totalizando 30 unidades experimentais. Aos 75 dias após a germinação, foram realizadas análises biométricas e avaliação da biomassa, teor relativo de clorofila e nitrogênio total. De posse dos dados de teor de nitrogênio e massa seca total, efetuou-se o cálculo de acúmulo. A amostragem do solo foi feita após o corte do sorgo, para efetuar as análises de fertilidade. Observou-se que com o incremento das doses de resíduo do mofumbo houve aumento das concentrações de P e K no solo. Os resíduos de sabiá promoveram redução dos valores de Na e da PST no solo. Os resíduos de jucá elevaram as concentrações dos cátions K e Ca. Os resíduos de catingueira incrementaram os valores de K. Os resíduos do pereiro incrementaram também as concentrações de K e de Mg, elevando com isso a SB. O pau-branco elevou os valores de K, SB e CTC do solo. No entanto, os resíduos de marmeleiro proporcionaram acidificação no solo. Na planta, as espécies que promoveram aumento da produção de biomassa foram a jurema-preta e o pau-branco. A concentração de potássio no solo foi superior para o uso dos resíduos em relação a adubação mineral.

Palavras-chaves: Fertilidade do solo, resíduos orgânicos, *Sorghum bicolor*.

ABSTRACT

The use of waste litter of woody species of Caatinga in the recovery of degraded soils can be interesting alternative for contributing to the return of nutrients to the soil, favoring nutrient cycling and increased fertility. Therefore, we aimed to evaluate the effects of the application of litterfall of 8 woody species of Caatinga on nutrient fertility and production of grain sorghum cultivar BRS Ponta Negra in degraded soil. The experiment was conducted in a greenhouse at Embrapa Goats and Sheep, Sobral-CE. The soil was collected from a degraded area in the city of Irauçuba-CE. Newly fallen leaves were collected with no sign of decomposition from the following species: mofumbo, sabiá, jurema, jucá, catingueira, pereiro, pau-branco and marmeleiro. The design was a randomized complete block with 5 treatments and 5 replications. Treatments were based on the total-N in the litterfall 0, 15, 30, 60 and 120 kg ha⁻¹ of N for each species. An additional treatment was included with application of mineral fertilizer, a total of 30 experimental units for each species. Agronomic measurements such as height, number of leaves, and stem diameter were collected after 75 days following germination. Relative chlorophyll content and total nitrogen were also measured. Soil samples were taken after cutting the plants for further analysis of nutrients. Concentrations of P and K in the soil with increasing mofumbo residue. Application of sabiá residue reduced the levels of Na and PST in the soil. Soil-K and -Ca increased with application of jucá residue. Application of litterfall from catingueira and pereiro increased the soil-K. Application of the litter increased soil-Mg and base saturation. Litterfall from pau-branco increased soil-K, base saturation and soil CEC. Application of marmeleiro residue increased soil pH. Grain sorghum that received litterfall from jurema and pau-branco had greater biomass. Concentration of K in the soil was greater for the use of the litterfall compared with mineral fertilizer.

Key Words: Soil fertility, organic waste, grain sorghum.

1. INTRODUÇÃO

O bioma Caatinga vem sofrendo com as variações climáticas e com os impactos causados pela ação antrópica, como a exploração agrícola e pecuária. Segundo Amorim et al. (2014), mudanças no uso da terra associada ao sistema de agricultura de corte e queima, modificam fortemente a ciclagem de nutrientes.

Alia-se a esse fato a utilização da Caatinga como pastagem extensiva, que vem causando forte degradação, por vezes, irreversível do ecossistema, pois o superpastoreio pelos animais suprime o estrato herbáceo e o excesso de pisoteio gera fenômenos de erosão importantes em diferentes graus de intensidade, deteriorando progressivamente os recursos do solo e da vegetação (Alves et al., 2009).

Para Sampaio et al. (2003), essa deterioração generalizada da capacidade produtiva dos solos ocasiona redução da fertilidade pela diminuição das quantidades de nutrientes disponíveis para as plantas.

Em função disso, a adoção de sistemas agroflorestais ou roçados agroecológicos em regiões semiáridas poderiam ser alternativas de uso na recuperação de áreas em estágio de degradação. A manutenção ou a utilização de árvores no sistema garante maior aporte de resíduos para a formação da camada de serrapilheira pela senescência das folhas, contribuindo assim para a ciclagem de nutrientes.

Com isso têm sido realizados estudos com a aplicação de resíduos vegetais, comprovando a eficácia dos mesmos no incremento das concentrações de nutrientes no solo, auxiliando na preservação da sua capacidade produtiva (Alcântaras et al, 2000; Amaral et al, 2004; Pavinato & Rosolem, 2008).

Nesse sentido, o uso de plantas de cobertura do solo tem sido uma estratégia capaz de aumentar a sustentabilidade dos agroecossistemas, trazendo benefícios para as culturas de interesse econômico, para o solo e para o ambiente, mostrando-se alternativa economicamente viável e ecologicamente sustentável (Gama-Rodrigues et al., 2007).

No entanto, são necessários estudos que possam subsidiar a indicação de espécies capazes de contribuir com o aporte de determinados nutrientes e as alterações que promovem na fertilidade do solo, com o intuito de serem empregadas em programas de recuperação de áreas degradadas e, também, na adoção em sistemas agroflorestais.

Com isso, objetivou-se mensurar os efeitos da aplicação dos resíduos de serrapilheira de oito espécies lenhosas da Caatinga sobre a fertilidade do solo e sobre a produção de sorgo em solo degradado.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido em condições de casa de vegetação na Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral-CE, a qual apresenta controle de umidade e temperatura, sendo os valores médios de 85% e 28 °C, respectivamente. A estrutura possui sistema de irrigação por aspersão.

O solo coletado foi proveniente de uma área degradada no município de Irauçuba-CE, localizada à 03°47'2796359''S e 39°47'5958601''W, região reconhecidamente em processo de desertificação, que apresentava baixa cobertura vegetal e indícios de processos de erosão laminar.

O solo utilizado para preenchimento dos vasos foi coletado na camada de 0-20 cm, caracterizado como Planossolo Nátrico Órtico, conforme Santos et al. (2013), cujos atributos estão apresentados na Tabela 1, o qual apresenta classificação médio para pH; K; Ca e Mg, enquanto, M.O.; P e Al apresentaram classificação baixo, conforme Fernandes (1993). No anexo (II) está apresentada a tabela com as características químicas e granulométricas da trincheira aberta próxima a área de coleta do solo, para caracterização do solo como Planossolo Nátrico Órtico.

Tabela 1- Atributos químicos e granulométricos do solo utilizado no ensaio

pH	M.O	P	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC
H ₂ O	g dm ⁻³	-- mg dm ⁻³ --	----- mmol _c dm ⁻³ -----						
5	5	8	47	16	7	22	2	26	48
V	PST	S-SO ₄ ²⁻	Na	Cu	Fe	Zn	Mn	B	
----- % -----	----- mg dm ⁻³ -----								
54	4	4	47	0	19	1	8	0	
Argila	Silte		Areia Total			Areia Grossa		Areia Fina	
----- g kg ⁻¹ -----									
72	48		880			780		100	

pH – potencial hidrogeniônico (em água); M.O. – matéria orgânica (método Walkley-Black); P – fósforo e K – potássio (método Melich1); Ca – cálcio e Mg – magnésio (método KCl 1M); H+Al - acidez potencial (método acetato de Ca); Al – alumínio (método KCl 1M); SB - soma de bases; CTC – capacidade de troca catiônica; V – saturação por base; PST- porcentagem de sódio trocável (variável calculada); S – enxofre (método BaCl); Na – sódio (método Melich1); Cu – cobre; Fe – ferro; Zn – zinco; Mn – manganês (método Melich1); B – boro (água quente).

O experimento foi realizado em vasos com capacidade para 11 dm³, sendo utilizado 10 dm³ de solo para enchimento do vaso. O material vegetal utilizado foi coletado na mesma área em que foram realizados os ensaios de produção e degradação da serrapilheira (Capítulos 2 e 3, respectivamente). Foi utilizado o material senescente (folhas) das mesmas espécies estudadas, e que não apresentavam sinais de

decomposição, cujo valor do pH, teores de macronutrientes e micronutrientes, celulose, lignina, carbono, relações lignina/N e C/N estão apresentados na Tabela 2. As análises de macro (P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (Cu, Fe, Zn, Mn e B) foram realizadas segundo Miyazawa et al. (2009); para a determinação de celulose e lignina empregou-se o método de fibra em detergente ácido (FDA), conforme Van Soest et al. (1991), com adaptação para a análise em autoclave, conforme Senger et al. (2008); para o teor de carbono e nitrogênio utilizou-se o método de combustão 990.03 (AOAC, 2002), empregando-se auto-analizador Leco CN628 (Leco Corp., St. Joseph, MI, EUA).

Tabela 2 – Valores médios dos macro e micronutrientes, celulose, lignina e carbono e das relações lignina/nitrogênio e carbono/nitrogênio dos resíduos da serrapilheira de oito espécies da Caatinga

Espécies	pH	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B	Celulose	Lignina	C	Cel/N	Lig/N	C/N
	CaCl ₂	----- g kg ⁻¹ -----						----- mg kg ⁻¹ -----					----- g kg ⁻¹ -----			-	-	-
Mofumbo	4,7	14,0	0,8	9,0	23,1	4,5	1,4	4	272	21	90	34	221	149	459	15,8	10,6	32,8
Sabiá	4,7	14,0	0,7	7,7	21,4	2,5	6,5	6	840	20	54	37	207	219	480	14,8	15,6	34,3
Jurema	5,0	21,7	0,9	5,8	10,7	2,3	1,4	4	208	21	60	10	242	126	503	11,2	5,8	23,2
Jucá	4,5	12,6	0,5	5,8	25,7	2,3	1,4	4	280	30	70	38	214	219	473	17,0	17,4	37,5
Catingueira	3,9	11,9	0,3	9,7	15,7	1,4	1,6	12	108	23	48	45	262	163	467	22,0	13,7	39,3
Pereiro	5,3	9,8	0,9	9,7	25,3	8,9	2,0	16	100	25	24	40	213	150	439	21,7	15,3	44,8
Pau branco	5,8	17,5	0,8	14,3	25,3	5,1	2,4	6	164	21	90	64	265	203	432	15,1	11,6	24,7
Marmeleiro	5,0	11,9	0,5	8,4	14,3	5,0	5,7	8	760	28	158	29	250	205	462	21,0	17,2	38,8

N – nitrogênio; P – fósforo; K – potássio; Ca – cálcio; Mg – magnésio; S – enxofre; Cu – cobre; Fe – ferro; Zn – zinco; Mn – manganês – B – boro; C – carbono; Cel/N – relação celulose/nitrogênio; Lig/N – relação lignina/nitrogênio e C/N – relação carbono/nitrogênio.

A cultura teste para a avaliação do potencial fertilizante da serrapilheira foi o sorgo (*Sorghum bicolor*), cultivar BRS Ponta Negra; a semeadura foi realizada no mês de novembro de 2015 e 15 dias após a emergência foi realizado o desbaste deixando-se duas plantas por vaso.

Foram realizados oito experimentos testando-se as espécies como fonte de nutrientes para a cultura do sorgo, cujo delineamento foi em blocos casualizados com 5 tratamentos e 5 repetições, sendo as parcelas, um vaso com duas plantas de sorgo. Os tratamentos corresponderam a quantidades crescentes de resíduos da serrapilheira de cada uma das espécies avaliadas e um tratamento adicional com adubo mineral, totalizando 30 unidades experimentais para cada espécie.

A quantidade de resíduo aplicada foi em função do teor de nitrogênio presente no material (Tabela 3) e na recomendação de N para a cultura do sorgo segundo Fernandes (1993) (dose padrão). Assim, foram testadas doses equivalentes a: 0, 15, 30, 60 e 120 kg ha⁻¹ de N para cada espécie, correspondendo a: zero (0); um quarto (1/4); metade (1/2); uma vez (1) e duas vezes (2) a dose padrão, respectivamente, além de um tratamento adicional (adubação mineral), sendo 60 kg ha⁻¹ de nitrogênio (fonte ureia), 70 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (fonte: superfosfato simples) e 40 kg ha⁻¹ de K₂O (fonte: cloreto de potássio), de acordo com a análise de solo e o boletim de recomendação de adubação para o estado do Ceará. Vale salientar que a escolha do nitrogênio para basear a aplicação dos resíduos também se relaciona à deficiência deste nutriente em solos da região semiárida (Sampaio et al., 1995).

A aplicação do resíduo da serrapilheira de cada espécie foi realizada de maneira superficial após a semeadura, enquanto para o tratamento adicional a adubação mineral foi fracionada em duas: no plantio 20 kg ha⁻¹ de nitrogênio e os demais nutrientes, 40 dias após a germinação foi realizada a aplicação de N em cobertura na dose de 40 kg ha⁻¹. Nos vasos que receberam adubação mineral, procedeu-se à aplicação de carbonato de cálcio na quantidade equivalente a 400 kg ha⁻¹, conforme Fernandes (1993), sendo este incorporado em todo vaso, sendo procedido 5 dias antes do plantio.

O corte das plantas foi realizado aos 75 dias após a germinação, procedidas das análises biométricas (altura, número de folhas e diâmetro), bem como a medida indireta de clorofila (determinada com clorofilômetro – Minolta SPAD502®). Em seguida, as plantas foram acondicionadas em sacos de papel e colocados em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C até peso constante, quando foram efetuadas as pesagens para a quantificação da massa seca total. Para a determinação do teor de nitrogênio total, as

plantas foram moídas em moinho tipo Wiley e, em seguida, realizada análise pelo método de Kjeldahl. De posse dos dados de teor de nitrogênio e massa seca total foi efetuado o cálculo de acúmulo. A amostragem do solo foi realizada após o corte das plantas, com o auxílio de um trado tipo holandês, sendo seco ao ar e passado em peneira de 2 mm de abertura de malha, realizando-se as análises de fertilidade do solo (pH; M.O.; P; K; Na; Ca; Mg; Al; H + Al; SB; CTC; V e PST), conforme Silva et al. (2009).

Os dados obtidos foram tabulados e realizado o teste F, e quando significativo foi realizado análise de regressão, posteriormente, procedeu-se à análise de contraste entre o tratamento adicional (adubo mineral) e os tratamentos com os resíduos de serrapilheira, com auxílio do software SISVAR (Ferreira, 2011).

3. RESULTADOS

A seguir serão apresentados os resultados para cada espécie avaliada e, posteriormente, realizada a discussão envolvendo todas as espécies.

Mofumbo

Observa-se na Tabela 3 que houve efeito significativo da aplicação de resíduos da serrapilheira do mofumbo sobre os atributos fósforo e potássio do solo. Com relação à análise de contraste, a aplicação de resíduos de serrapilheira proporcionou maiores concentrações no solo para as variáveis potássio, alumínio e acidez potencial, em relação à adubação mineral.

Tabela 3 – Valores médios, teste F e coeficiente de variação para os atributos químicos do solo em função da aplicação de doses de resíduos de serrapilheira de mofumbo na cultura do sorgo

Doses	pH	M.O.	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H + Al	SB	CTC	V	PST
kg ha ⁻¹	-	g dm ⁻³	-----	mg dm ⁻³	-----	-----	-----	mmol _c dm ⁻³	-----	-----	-----	---	%---
0	5,8	5,5	6,6	44,6	74,2	8,8	5,8	0,8	19,6	19,0	38,6	49,2	8,3
1071	5,8	5,8	7,4	46,2	71,8	9,6	5,6	1,4	20,0	19,5	39,5	49,4	7,9
2142	5,8	5,8	8,8	53,2	63,6	11,2	6,4	1,2	19,2	21,7	40,9	53,0	6,7
4285	5,6	7,4	10,0	58,6	71,0	9,2	6,2	1,6	21,0	20,0	41,0	48,8	7,6
8571	5,9	7,6	7,4	81,2	66,6	9,0	5,8	1,0	20,8	19,8	40,6	49,0	7,1
Teste F	ns	ns	**	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	3,0	32,1	10,3	16,1	25,3	15,5	13,4	67,2	13,0	10,6	5,6	10,4	24,2
Contraste													
Doses x	5,8	6,4	8,0	56,6	69,4	9,6	6,0	1,2	20,1	20,0	40,1	49,9	7,5
Ad. mineral	5,9	6,6	12,6	28,9	97,1	14,8	5,8	0,4	16,6	25,6	42,2	60,6	10,0
Teste F	ns	ns	**	**	**	**	ns	*	**	**	ns	**	**

pH – Potencial hidrogeniônico; M.O. – Matéria orgânica; P – Fósforo; K – Potássio; Na – Sódio; Ca – Cálcio; Mg – Magnésio; Al – Alumínio; H+Al –Acidez potencial; SB – Soma de bases; CTC – Capacidade de troca catiônica; V – Saturação por base; PST – Porcentagem de Sódio Trocável; Ad. Mineral – adubo mineral. ^{ns}, * e ** - não significativo, significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente.

Verifica-se resposta quadrática para o elemento fósforo com a aplicação das doses do resíduo da serrapilheira do mofumbo (Figura 1A), enquanto para o elemento potássio o melhor modelo de resposta foi o linear crescente, em que à medida que se eleva as quantidades aplicadas do resíduo da serrapilheira, os valores de potássio também aumentam (Figura 1B).

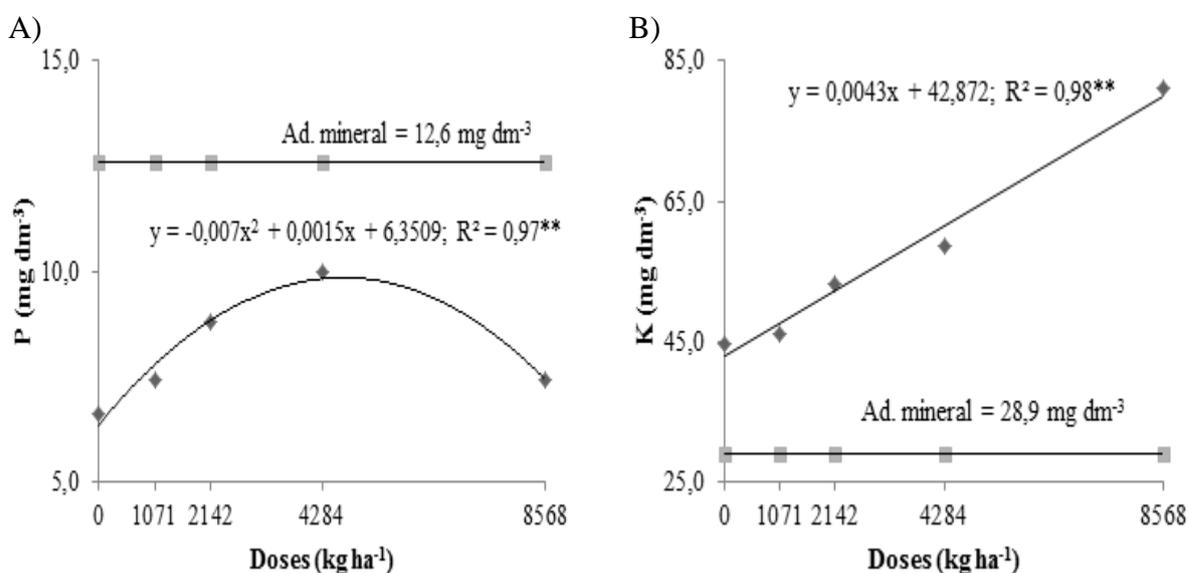


Figura 1- Concentração de fósforo (A) e potássio (B) em função da aplicação de doses de resíduos de serrapilheira de mofumbo em plantas de sorgo, em Planossolo Nátrico Órtico. ** Significativo a 1%.

Para as variáveis biométricas, teor relativo de clorofila e biomassa das plantas de sorgo não foi constatado efeito significativo das doses de resíduos da serrapilheira. Para a análise de contraste houve diferença significativa em todas as variáveis analisadas, com exceção do teor relativo de clorofila, sendo a adubação mineral a que proporcionou maiores teores na planta, em relação à aplicação dos resíduos da serrapilheira (Tabela 4).

Tabela 4 – Valores médios, teste F e coeficiente de variação para as variáveis biométricas (altura, diâmetro e número de folhas), teor relativo de clorofila (TRC), massa seca total (MS total) e acúmulo de nitrogênio de plantas de sorgo em função da aplicação de doses de resíduos de serrapilheira do mofumbo

Doses	Altura	Diâmetro	N° folhas	TRC	MS total	Acúmulo de N
kg ha ⁻¹	cm	cm	-	-	g vaso ⁻¹	mg vaso ⁻¹
0	49,0	7,0	0,9	29,8	15,2	92,4
1071	45,8	6,6	0,9	31,1	13,3	77,3
2142	35,5	6,6	0,8	31,2	9,1	75,9
4285	45,2	6,9	0,9	31,4	14,8	88,9
8571	38,8	6,9	1,0	29,4	9,7	86,7
Teste F	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	30,5	15,1	20,6	17,0	57,0	63,4
Contraste						
Doses x	42,8	0,9	6,8	30,6	12,4	82,5
Ad. mineral	100,9	1,2	10,1	31,2	56,1	313,6
Teste F	**	**	**	ns	**	**

Ad. Mineral – adubo mineral. ^{ns}, * e ** - não significativo, significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente.

Sabiá

Os atributos químicos do solo sob a aplicação de resíduos da serrapilheira do sabiá podem ser observados na Tabela 5, em que se verifica resultado significativo para o elemento sódio e para a porcentagem de sódio trocável. É possível verificar, ainda, efeito significativo para a análise de contraste, havendo superioridade das doses de resíduo da leguminosa em relação à adubação mineral para o elemento potássio, para o alumínio e para a acidez potencial, ocorrendo o inverso para os atributos pH, Na, Ca, SB, V e PST.

Tabela 5 – Valores médios, teste F e coeficiente de variação para os atributos químicos do solo em função da aplicação de doses de resíduos de serrapilheira de sabiá na cultura do sorgo

Doses	pH	M.O.	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H + Al	SB	CTC	V	PST	
kg ha ⁻¹	-	g dm ⁻³	mg dm ⁻³			mmol _c dm ⁻³							---	%
0	5,7	6,2	11,2	43,0	92,6	8,0	6,0	1,4	20,4	20,7	41,1	50,2	9,8	
1071	5,7	8,4	9,8	60,2	87,0	8,0	6,4	1,8	22,8	19,7	42,5	46,4	8,9	
2142	5,6	7,8	10,8	55,6	77,6	8,2	5,6	2,0	22,6	18,6	41,2	45,2	8,2	
4285	5,7	6,2	9,0	54,8	72,2	8,8	5,4	1,8	22,4	18,7	41,1	45,6	7,7	
8571	5,6	6,6	11,2	68,6	67,4	8,4	6,2	1,8	20,8	19,3	40,1	48,1	7,3	
Teste F	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	
CV (%)	3,2	30,9	11,4	29,5	15,4	6,7	15,4	30,6	9,4	10,4	4,4	9,1	14,3	
Contraste														
Doses x	5,7	7,0	10,4	56,3	79,4	8,3	5,9	1,8	21,8	19,4	41,2	47,1	8,4	
Ad. mineral	5,9	5,4	10,2	35,1	93,7	11,8	5,8	0,8	18,6	22,6	41,2	54,8	9,8	
Teste F	**	ns	ns	*	*	**	ns	**	**	*	ns	**	**	

pH – Potencial hidrogeniônico; M.O. – Matéria orgânica; P – Fósforo; K – Potássio; Na – Sódio; Ca – Cálcio; Mg – Magnésio; Al – Alumínio; H+Al – Acidez potencial; SB – Soma de bases; CTC – Capacidade de troca catiônica; V – Saturação por base; PST – Porcentagem de Sódio Trocável; Ad. Mineral – adubo mineral. ^{ns}, * e ** - não significativo, significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente.

Observa-se efeito linear decrescente para as variáveis sódio e porcentagem de sódio trocável (Figura 2A e 2B, respectivamente), evidenciando que o aumento das doses do resíduo da serrapilheira reduziu os valores de sódio e a porcentagem de sódio trocável.

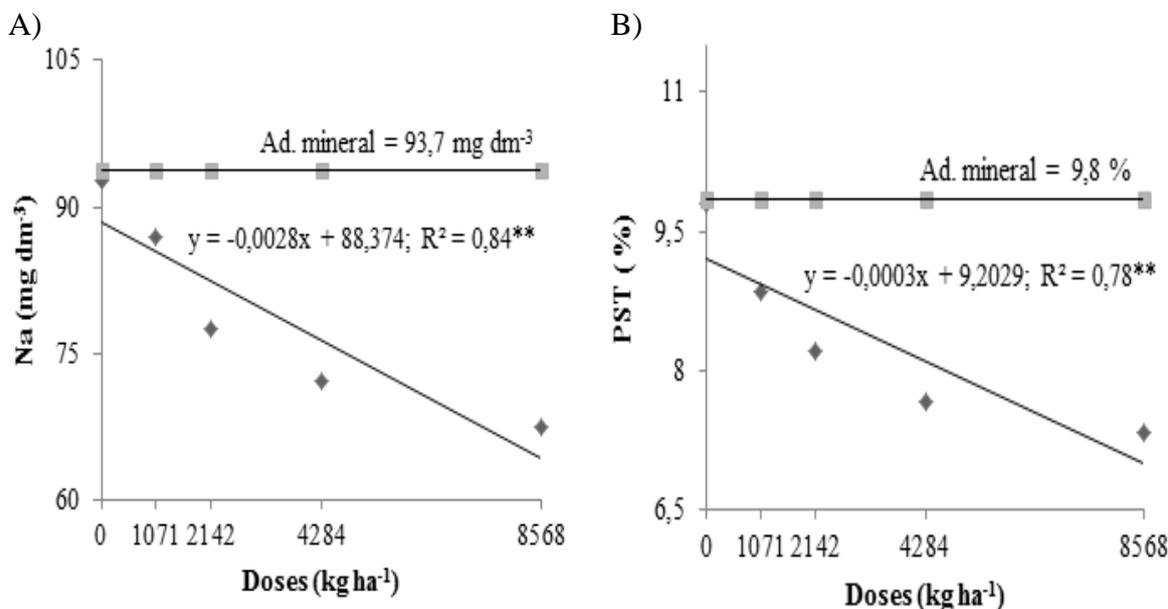


Figura 2 – Concentração de sódio (A) e porcentagem de sódio trocável (B) em função da aplicação de doses de resíduos de serrapilheira de sabiá em plantas de sorgo, em Planossolo Nátrico Órtico. ** Significativo a 1%.

A aplicação de resíduos da serrapilheira do sabiá proporcionou efeito significativo nas plantas de sorgo para as variáveis altura e massa seca total (Tabela 6). Para análise de contraste verificou-se efeito significativo para todas as variáveis analisadas, com exceção do teor relativo de clorofila, sendo a adubação mineral sempre superior à adubação com o resíduo do sabiá.

Tabela 6 – Valores médios, teste F e coeficiente de variação para as variáveis biométricas (altura, diâmetro e número de folhas), teor relativo de clorofila (TRC), massa seca total (MS total) e acúmulo de nitrogênio de plantas de sorgo em função da aplicação de doses de resíduos de serrapilheira de sabiá

Doses	Altura	Diâmetro	Nº folhas	TRC	MS total	Acúmulo de N
kg ha ⁻¹	----- cm -----		-	-	g vaso ⁻¹	mg vaso ⁻¹
0	53,4	8,1	0,9	30,8	16,1	113,5
1071	71,1	8,5	1,0	32,6	32,6	183,4
2142	72,6	8,2	0,9	32,6	28,7	155,7
4285	57,2	8,5	1,0	29,1	21,6	133,9
8571	39,0	7,3	0,9	29,1	15,1	99,7

Teste F	**	ns	ns	ns	**	ns
CV (%)	21,8	16,1	17,2	6,8	35,7	43,2
Contraste						
Doses x	58,7	0,9	8,1	30,8	22,8	137,2
Ad. mineral	108,2	1,3	10,9	31,9	64,9	345,9
Teste F	**	**	**	ns	**	**

Ad. Mineral – adubo mineral. ^{ns}, * e ** - não significativo, significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente.

Houve resposta quadrática para as variáveis altura e massa seca total até as doses de 2399 e 3000 kg ha⁻¹ (Figura 3A e 3B, respectivamente); doses superiores causaram decréscimo destas variáveis.

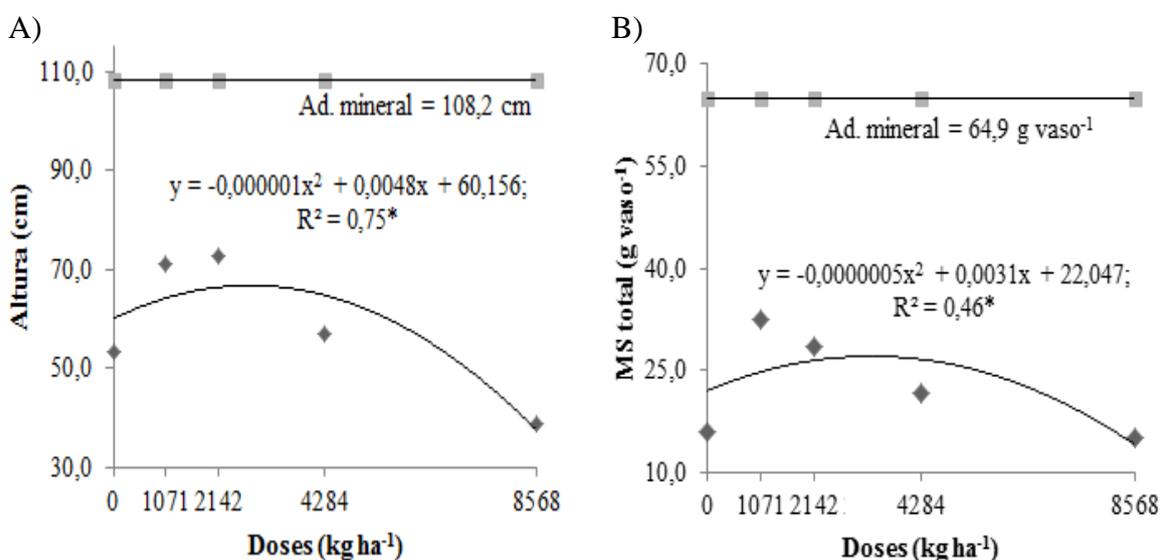


Figura 3 – Efeito da aplicação de doses de resíduos de serrapilheira de sabiá sobre a altura (A) e massa seca total (B) de plantas de sorgo. * Significativo a 5%.

Jurema-Preta

A aplicação do resíduo de jurema-preta sobre os atributos químicos do solo não proporcionou efeito significativo para qualquer das variáveis analisadas. Já com relação à análise de contraste, a adubação com resíduo de jurema-preta proporcionou maiores concentrações de potássio, alumínio e acidez potencial, em relação à adubação mineral. Para os atributos pH, fósforo, cálcio, soma de bases e saturação por base, ocorreu o inverso, ou seja, a adubação mineral proporcionou maiores incrementos em relação à adubação com resíduo de jurema (Tabela 7).

Tabela 7 – Valores médios, teste F e coeficiente de variação para os atributos químicos do solo em função da aplicação de doses de resíduos de serrapilheira de jurema-preta na cultura do sorgo

Doses	pH	M.O.	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H + Al	SB	CTC	V	PST
kg ha ⁻¹	-	g dm ⁻³	--- mg dm ⁻³ ---			----- mmol _c dm ⁻³ -----				----- % -----			
0	5,6	5,0	7,2	40,6	88,0	9,2	6,0	2,0	21,2	20,1	41,7	48,6	9,2
681	5,6	5,4	7,2	44,0	112,2	9,8	6,2	1,4	21,4	21,9	41,8	50,6	11,3
1363	5,6	5,4	7,4	41,0	104,6	9,4	5,8	1,6	21,2	20,7	42,0	49,3	10,8
2727	5,6	5,0	9,0	35,0	95,0	9,6	6,4	1,6	19,6	21,0	42,3	51,8	10,1
5454	5,6	5,0	8,0	39,0	101,0	9,2	6,2	1,6	22,8	20,9	43,0	47,9	10,1
Teste F	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	3,0	11,3	25,7	17,8	19,7	8,5	10,5	29,9	9,3	7,7	6,5	5,6	16,4
Contraste													
Doses x	5,6	5,2	7,8	39,9	100,3	9,4	6,1	1,6	21,2	20,9	42,2	49,7	10,3
Ad. mineral	5,9	5,0	21,2	25,7	90,4	14,4	6,2	0,8	13,8	25,2	39,0	64,5	10,0
Teste F	**	ns	**	**	ns	**	ns	**	**	**	ns	**	ns

pH – Potencial hidrogeniônico; M.O. – Matéria orgânica; P – Fósforo; K – Potássio; Na – Sódio; Ca – Cálcio; Mg – Magnésio; Al – Alumínio; H+Al – Acidez potencial; SB – Soma de bases; CTC – Capacidade de troca catiônica; V – Saturação por base; PST – Porcentagem de Sódio Trocável; Ad. Mineral – adubo mineral. ^{ns}, * e ** - não significativo, significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente.

Com relação à resposta da planta a aplicação de resíduo de jurema-preta, verificou-se efeito significativo para as variáveis massa seca total e acúmulo de nitrogênio. Para a análise de contraste, a adubação mineral proporcionou maiores valores de altura, diâmetro, número de folhas, massa seca total e acúmulo de nitrogênio em relação à adubação com o resíduo de jurema-preta (Tabela 8).

Tabela 8 – Valores médios, teste F e coeficiente de variação para as variáveis biométricas (altura, diâmetro e número de folhas), teor relativo de clorofila (TRC), massa seca total (MS total) e acúmulo de nitrogênio de plantas de sorgo em função da aplicação de doses de resíduos de serrapilheira de jurema-preta

Doses	Altura	Diâmetro	Nº folhas	TRC	MS total	Acúmulo de N
kg ha ⁻¹	---- cm ----		-	-	g vaso ⁻¹	mg vaso ⁻¹
0	49,1	0,9	7,0	30,8	17,4	114,9
681	51,0	1,0	8,0	31,6	22,5	183,9
1363	58,3	1,0	7,7	31,7	26,0	172,3
2727	59,2	1,0	7,2	26,0	30,6	185,6
5454	55,8	1,0	7,8	30,7	26,7	211,2
Teste F	ns	ns	ns	ns	**	**
CV (%)	16,6	13,4	10,3	12,7	12,1	16,1
Contraste						
Doses x	54,7	1,0	7,5	30,2	24,6	173,6
Ad. mineral	81,3	1,2	9,9	33,1	40,5	243,5
Teste F	**	*	**	ns	**	**

Ad. Mineral – adubo mineral. ^{ns}, * e ** - não significativo, significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente.

A variável massa seca total apresentou resposta quadrática com a aplicação do resíduo de serrapilheira da jurema-preta, obtendo maior produção na dose de 3960 kg ha⁻¹ (Figura 4A). Já para o acúmulo de nitrogênio observou-se efeito linear crescente em função da aplicação das doses do resíduo de serrapilheira da jurema-preta (Figura 4B).

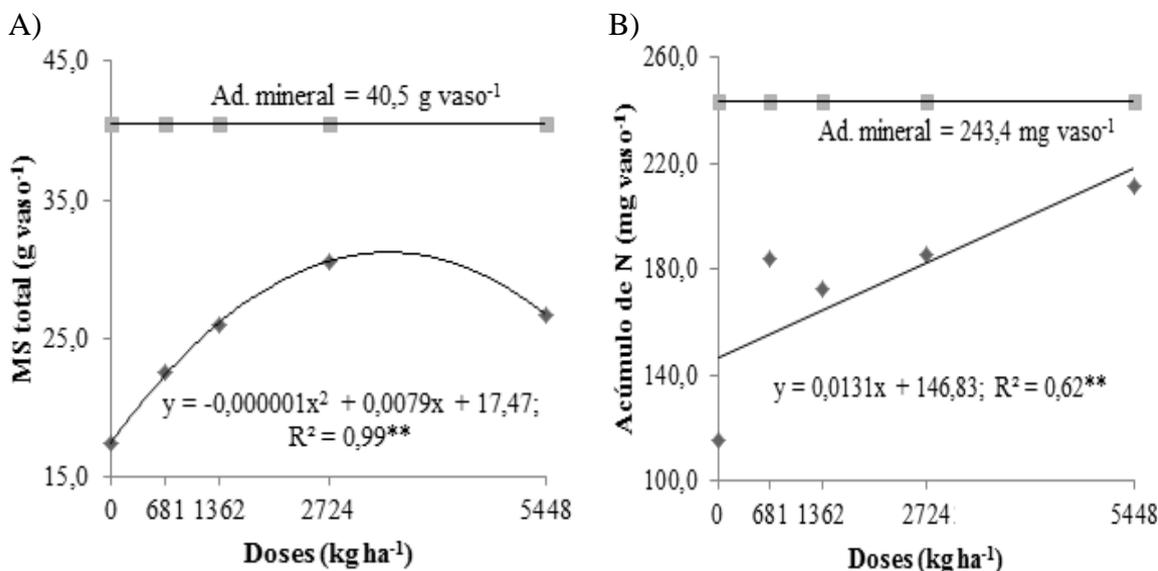


Figura 4 – Efeito da aplicação de doses de resíduos de serrapilheira de jurema-preta sobre a massa seca total (A) e acúmulo de nitrogênio (B) de plantas de sorgo. ** Significativo a 1%.

Jucá

A utilização de resíduos da serrapilheira do jucá sobre os atributos químicos do solo proporcionou efeito significativo para as variáveis potássio e cálcio. Com relação à análise de contraste foi observado efeito significativo para os valores de cálcio, soma de bases, capacidade de troca catiônica e saturação por base, não havendo superioridade da aplicação dos resíduos de serrapilheira em relação à adubação mineral para nenhuma destas variáveis (Tabela 9).

Tabela 9 – Valores médios, teste F e coeficiente de variação para os atributos químicos do solo em função da aplicação de doses de resíduos de serrapilheira do jucá na cultura do sorgo

Doses	pH	M.O.	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H + Al	SB	CTC	V	PST
kg ha ⁻¹	-	g dm ⁻³	----	mg dm ⁻³	----	-----	-----	mmol _c dm ⁻³	-----	-----	-----	---	% ---
0	5,7	5,4	10,4	27,8	89,8	10,2	7,2	1,6	17,6	22,0	39,6	55,6	9,8
1153	5,7	5,4	9,4	27,2	88,0	10,8	6,6	1,8	17,8	2192,0	39,7	55,3	9,7
2307	5,8	5,4	9,4	32,6	85,4	10,6	6,6	2,0	17,6	21,8	39,4	55,3	9,5
4615	5,6	5,8	9,6	32,6	74,6	11,0	6,0	2,0	17,6	21,1	38,7	54,4	8,3
9230	5,9	5,4	11,0	40,6	77,4	13,0	6,8	1,0	17,2	24,2	41,4	58,5	8,1

Teste F	ns	ns	ns	*	ns	**	ns						
CV (%)	3,6	21,3	11,9	21,3	15,6	10,1	13,4	49,3	13,9	9,4	5,5	8,9	13,9
Contraste													
Doses x	5,7	5,5	10,0	32,3	83,1	11,1	6,6	1,7	17,6	22,2	39,8	55,8	9,1
Ad. mineral	5,8	5,8	11,0	25,7	85,7	14,6	7,0	1,2	16,0	26,0	42,0	61,7	8,9
Teste F	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	**	*	*	ns

pH – Potencial hidrogeniônico; M.O. – Matéria orgânica; P – Fósforo; K – Potássio; Na – Sódio; Ca – Cálcio; Mg – Magnésio; Al – Alumínio; H+Al –Acidez potencial; SB – Soma de bases; CTC – Capacidade de troca catiônica; V – Saturação por base; PST – Porcentagem de Sódio Trocável; Ad. Mineral – adubo mineral. ^{ns}, * e ** - não significativo, significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente.

Constata-se incremento linear para os elementos potássio e cálcio (Figura 5A e 5B respectivamente) em função da aplicação de doses de resíduos de serrapilheira de sabiá.

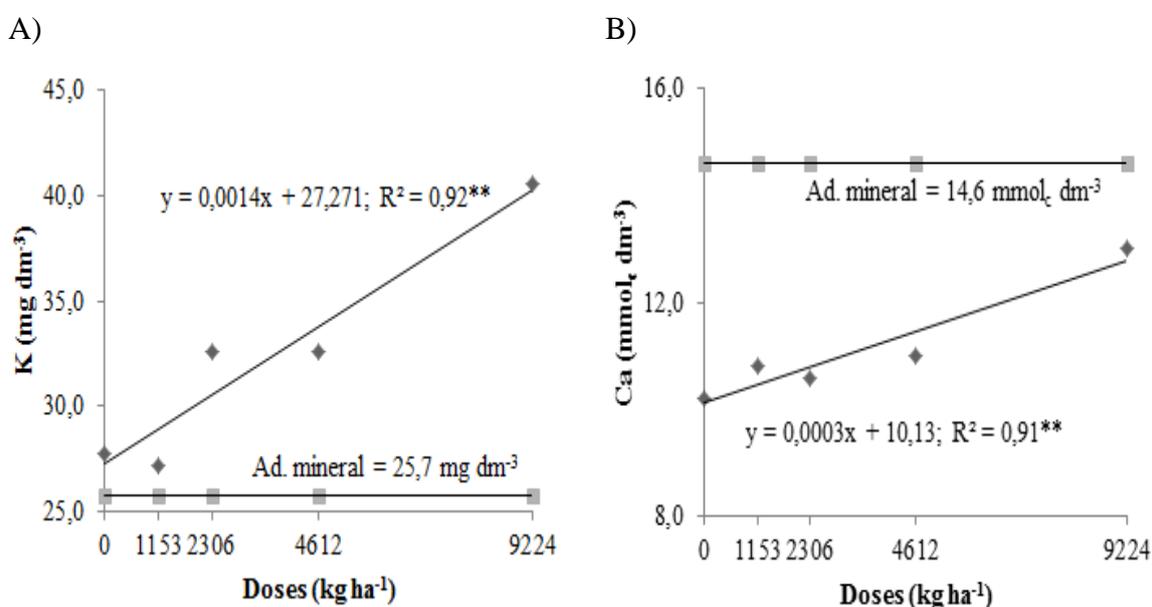


Figura 5 – Concentração de potássio (A) e cálcio (B) em função da aplicação de doses de resíduos de serrapilheira de jucatá em plantas de sorgo, em Planossolo Nátrico Órtico. ** Significativo a 1%.

Na Tabela 10 não se observa diferença significativa para as variáveis biométricas, biomassa e medida indireta de clorofila e acúmulo de N em função da aplicação de resíduos de serrapilheira do jucatá. No entanto, para a análise de contraste observou-se efeito significativo para todas as variáveis analisadas, verificando superioridade na resposta das plantas com a aplicação do adubo mineral em relação à adubação orgânica.

Tabela 10 – Valores médios, teste F e coeficiente de variação para as variáveis biométricas (altura, diâmetro e número de folhas), teor relativo de clorofila (TRC),

massa seca total (MS total) e acúmulo de nitrogênio de plantas de sorgo em função da aplicação de doses de resíduos de serrapilheira do jucá

Doses	Altura	Diâmetro	Nº folhas	TRC	MS total	Acúmulo de N
kg ha ⁻¹	---- cm ----	-	-	-	g vaso ⁻¹	mg vaso ⁻¹
0	62,5	1,1	8,2	26,6	24,5	146,4
1153	52,4	1,0	7,3	26,1	17,7	111,8
2307	48,9	1,0	7,3	25,7	14,3	82,5
4615	47,6	0,9	6,6	25,4	12,8	77,4
9230	46,3	1,0	7,1	25,0	14,7	83,5
Teste F	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	26,3	10,8	14,7	12,7	51,3	50,3
Contraste						
Doses x	51,5	1,0	7,3	25,8	16,8	100,3
Ad. mineral	114,6	1,2	10,9	31,8	60,1	393,8
Teste F	**	**	**	**	**	**

Ad. Mineral – adubo mineral. ^{ns}, * e ** - não significativo, significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente.

Catingueira

Na Tabela 11 estão apresentados os atributos químicos do solo sob a aplicação de resíduos de serrapilheira da catingueira, sendo verificado efeito significativo apenas para o elemento potássio. Já para a análise de contraste foi observada significância para os atributos pH, K, Na, Ca, Al, H + Al, SB, V e PST, sendo a adubação com resíduos da catingueira superior a adubação mineral apenas para o elemento potássio.

Tabela 11 – Valores médios, teste F e coeficiente de variação para os atributos químicos do solo em função da aplicação de doses de resíduos de serrapilheira da catingueira na cultura do sorgo

Doses	pH	M.O.	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H + Al	SB	CTC	V	PST
kg ha ⁻¹	-	g dm ⁻³	---- mg dm ⁻³ ----	-----	-----	-----	-----	mmol _c dm ⁻³ -----	-----	-----	---	% ---	---
0	5,7	3,8	8,8	46,2	74,8	8,0	6,6	1,0	20,4	19,6	40,0	49,0	8,1
1250	5,7	38,0	8,4	44,6	68,8	9,0	7,6	1,4	20,0	20,7	40,7	50,7	7,3
2500	5,7	3,8	8,0	48,6	69,0	8,8	6,0	1,4	22,2	19,1	41,3	46,1	7,3
5000	5,7	3,8	9,0	55,8	66,2	6,2	7,0	1,8	21,4	17,5	38,9	45,1	7,5
10000	5,6	4,2	9,4	76,6	66,4	8,4	6,6	1,6	22,0	19,9	41,9	47,5	6,9
Teste F	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	2,9	46,4	27,8	19,2	13,0	20,0	11,6	34,0	11,0	12,3	7,9	9,0	14,7
Contraste													
Doses x	5,7	3,9	8,7	54,1	69,0	8,1	6,8	1,4	21,2	19,3	40,5	47,7	7,4
Ad. mineral	5,8	4,4	10,4	35,1	98,7	10,8	6,6	0,4	18,4	22,6	41,0	55,0	10,5
Teste F	*	ns	ns	**	**	**	ns	**	**	*	ns	**	**

pH – Potencial hidrogeniônico; M.O. – Matéria orgânica; P – Fósforo; K – Potássio; Na – Sódio; Ca – Cálcio; Mg – Magnésio; Al – Alumínio; H+Al –Acidez potencial; SB – Soma de bases; CTC – Capacidade de troca

catiônica; V – Saturação por base; PST – Porcentagem de Sódio Trocável; Ad. Mineral – adubo mineral. ^{ns}, * e ** - não significativo, significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente.

Observa-se efeito linear crescente da aplicação de resíduos de serrapilheira sob o elemento potássio (Figura 6), cujo maior teor deste elemento foi estimado em 74,18 mg dm⁻³ na dose de 10 t ha⁻¹.

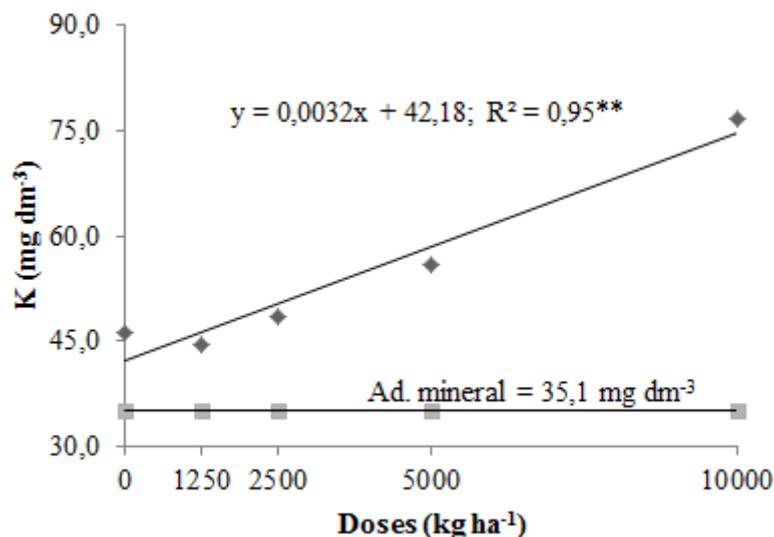


Figura 6 - Concentração de potássio em função da aplicação de doses de resíduos de serrapilheira de catingueira em plantas de sorgo, em Planossolo Nátrico Órtico. ** Significativo a 1%.

Com relação ao efeito da aplicação das doses de resíduos de serrapilheira nas plantas de sorgo não foi observado significância para as variáveis analisadas. Em relação à análise de contraste constatou-se diferença entre a adubação mineral e a adubação com resíduos de serrapilheira para todas as variáveis analisadas, com exceção para o teor relativo de clorofila, sendo a adubação mineral a que proporcionou maiores valores (Tabela 12).

Tabela 12 – Valores médios, teste F e coeficiente de variação para as variáveis biométricas (altura, diâmetro e número de folhas), teor relativo de clorofila (TRC), massa seca total (MS total) e acúmulo de nitrogênio de plantas de sorgo em função da aplicação de doses de resíduos de serrapilheira da catingueira

Doses	Altura	Diâmetro	Nº folhas	TRC	MS total	Acúmulo de N
kg ha ⁻¹	---- cm ----		-	-	g vaso ⁻¹	mg vaso ⁻¹
0	51,7	1,1	7,1	28,2	18,5	115,1
1250	54,1	1,0	7,1	26,5	17,8	108,4
2500	51,1	1,0	6,8	29,9	16,1	106,5
5000	37,3	0,9	6,4	26,2	10,6	71,0

10000	41,3	1,0	6,6	28,9	16,1	123,2
Teste F	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	14,4	10,7	7,4	10,6	22,6	29,1
Contraste						
Doses x	47,1	1,0	6,8	27,9	15,8	104,8
Ad. mineral	123,6	1,3	10,9	30,9	68,8	445,4
Teste F	**	**	**	ns	**	**

Ad. Mineral – adubo mineral. ^{ns}, * e ** - não significativo, significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente.

Pereiro

Na tabela 13 verifica-se efeito significativo da aplicação de resíduos de serrapilheira do pereiro sobre os atributos químicos do solo para as variáveis potássio, magnésio e soma de bases. Para análise de contraste a adubação com resíduo de serrapilheira proporcionou maiores valores para o elemento potássio em relação a adubação mineral, sendo inferior a esta para os atributos fósforo, sódio, cálcio e soma de bases.

Tabela 13 – Valores médios, teste F e coeficiente de variação para os atributos químicos do solo em função da aplicação de doses de resíduos de serrapilheira do pereiro na cultura do sorgo

Doses	pH	M.O.	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H + Al	SB	CTC	V	PST
kg ha ⁻¹	-	g dm ⁻³	mg dm ⁻³			mmol _c dm ⁻³					%		
0	5,8	3,8	3,3	26,2	91,2	9,0	5,6	1,6	18,4	19,2	37,6	51,2	10,5
1500	5,9	4,8	6,0	43,0	95,8	9,8	6,4	1,2	18,0	21,5	39,5	54,4	10,6
3000	5,8	3,2	3,6	40,6	75,2	9,4	7,0	1,2	17,6	20,7	38,3	54,1	8,5
6000	6,0	4,4	6,0	61,8	84,2	9,4	8,2	0,6	16,6	22,8	39,4	57,8	9,4
12000	6,0	4,2	6,2	110,8	79,6	9,0	8,6	0,6	18,0	23,9	41,9	57,0	8,3
Teste F	ns	ns	ns	**	ns	ns	**	ns	ns	*	ns	ns	ns
CV (%)	2,8	43,6	49,1	36,6	20,8	12,0	17,8	73,9	9,8	10,3	6,4	6,9	19,9
Contraste													
Doses x	5,9	4,1	5,0	56,5	85,2	9,3	7,2	1,0	17,7	21,6	39,4	54,9	9,5
Ad. mineral	6,0	4,4	10,8	25,0	110,3	13,2	6,0	0,6	17,0	24,6	41,6	59,0	11,5
Teste F	ns	ns	**	**	*	**	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns

pH – Potencial hidrogeniônico; M.O. – Matéria orgânica; P – Fósforo; K – Potássio; Na – Sódio; Ca – Cálcio; Mg – Magnésio; Al – Alumínio; H+Al – Acidez potencial; SB – Soma de bases; CTC – Capacidade de troca catiônica; V – Saturação por base; PST – Porcentagem de Sódio Trocável; Ad. Mineral – adubo mineral. ^{ns}, * e ** - não significativo, significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente.

Para os atributos potássio, magnésio e soma de bases em função de quantidades crescentes do resíduo de pereiro o melhor modelo de resposta que se ajustou aos pontos foi o linear crescente (Figura 7A, 7B e 7C).

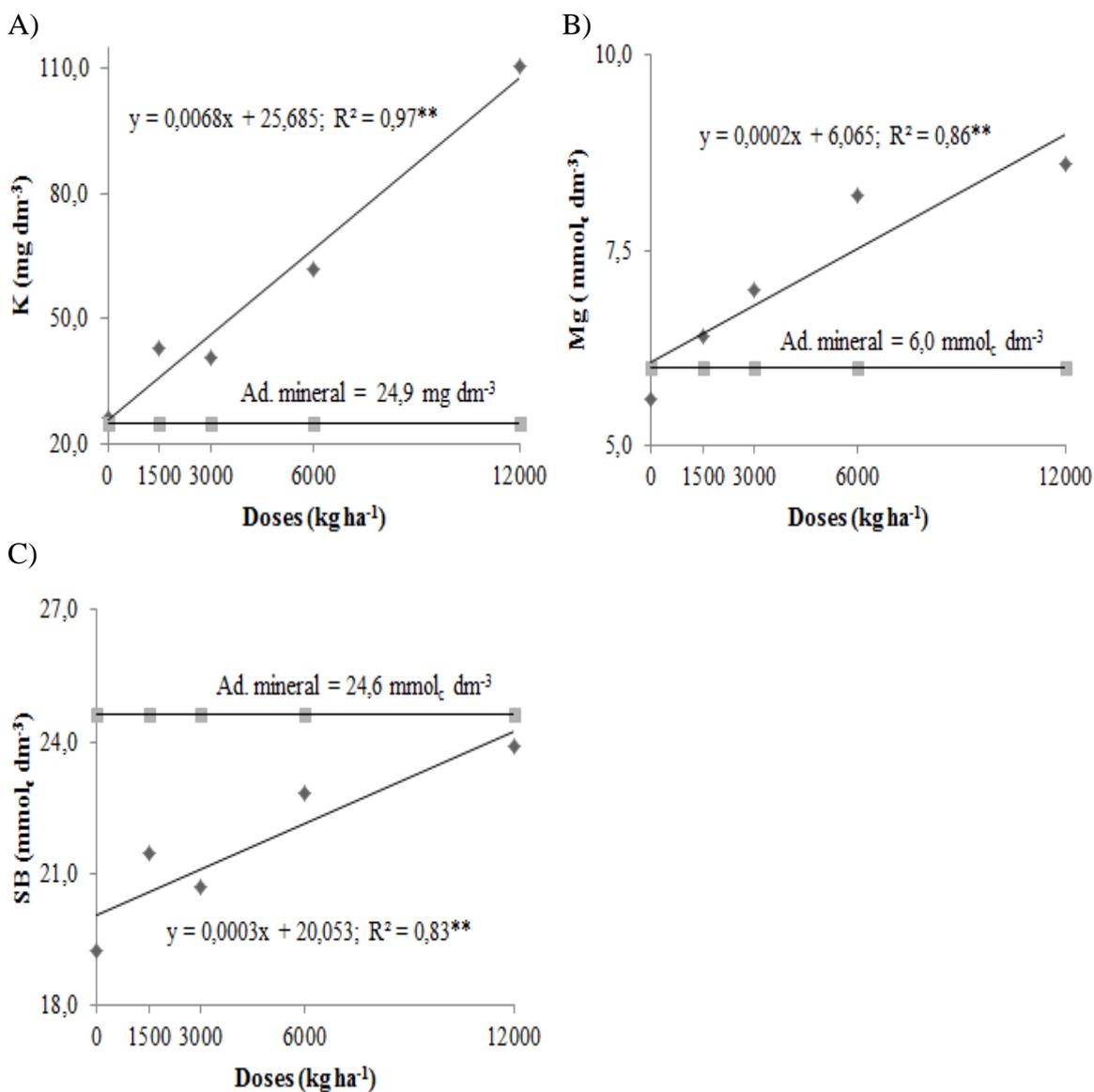


Figura 7 - Valores de potássio (A), magnésio (B) e soma de bases (C) em função da aplicação de doses de resíduos de serrapilheira de pereiro em plantas de sorgo, em Planossolo Nátrico Órtico. ** Significativo a 1%.

Com relação à aplicação de resíduos de serrapilheira em plantas de sorgo não foi observada diferença significativa entre as variáveis estudadas. Para a análise de contraste foi verificado efeito significativo entre a aplicação de resíduos e adubação mineral para as variáveis altura, diâmetro, número de folhas, massa seca total e acúmulo de nitrogênio, sendo a adubação mineral que proporcionou maiores incrementos (Tabela 14).

Tabela 14 – Valores médios, teste F e coeficiente de variação para as variáveis biométricas (altura, diâmetro e número de folhas), teor relativo de clorofila (TRC), massa seca total (MS total) e acúmulo de nitrogênio de plantas de sorgo em função da aplicação de doses de resíduos de serrapilheira do pereiro

Doses	Altura	Diâmetro	Nº folhas	TRC	MS total	Acúmulo de N
kg ha ⁻¹	---- cm ----		-	-	g vaso ⁻¹	mg vaso ⁻¹
0	51,9	1,1	7,5	28,2	17,9	121,7
1500	43,9	0,9	6,5	28,2	17,6	128,2
3000	55,3	1,0	6,9	28,6	17,7	110,3
6000	45,8	1,0	6,5	29,6	15,1	86,6
12000	52,5	1,2	7,2	29,3	22,1	116,7
Teste F	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	17,5	11,4	9,9	16,5	29,3	23,9
Contraste						
Doses x	49,9	1,0	6,9	28,7	18,1	112,7
Ad. mineral	99,1	1,4	9,7	32,2	56,6	405,4
Teste F	**	**	**	ns	**	**

Ad. Mineral – adubo mineral. ^{ns}, * e ** - não significativo, significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente.

Pau-branco

A aplicação de resíduos de serrapilheira de pau-branco influenciou as variáveis potássio, saturação por base e capacidade de troca catiônica. Com relação à análise de contraste observou-se resultado significativo entre a adubação mineral e adubação com resíduo de serrapilheira para matéria orgânica, fósforo, potássio, cálcio, alumínio, acidez potencial, soma de bases e saturação por base; para todos esses atributos a adubação com resíduo de pau-branco proporcionou maiores concentrações, com exceção para fósforo, cálcio, soma de bases e saturação por bases (Tabela 15).

Tabela 15 – Valores médios, teste F e coeficiente de variação para os atributos químicos do solo em função da aplicação de doses de resíduos de serrapilheira do pau-branco na cultura do sorgo

Doses	pH	M.O.	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H + Al	SB	CTC	V	PST
kg ha ⁻¹	-	g dm ⁻³	---	mg dm ⁻³	---	-----	mmol _c dm ⁻³	-----	-----	-----	-----	-----	-----
0	5,7	3,8	6,5	41,0	72,0	7,0	5,4	1,2	18,8	16,6	35,4	46,9	8,8
833	5,7	3,8	9,2	55,8	87,4	8,0	5,8	1,6	21,0	19,0	40,0	47,7	9,5
1666	5,6	5,0	9,8	54,8	92,8	8,4	6,2	1,2	21,0	20,0	41,0	48,7	9,8
3333	5,7	2,6	10,4	57,8	79,6	7,8	5,2	1,6	21,5	17,9	39,4	45,4	8,8
6666	5,8	4,4	10,4	98,4	84,8	8,8	6,0	1,2	21,0	21,0	42,0	49,9	8,7
Teste F	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	*	**	ns	ns
CV (%)	2,9	35,5	27,8	12,5	24,8	14,0	10,9	39,6	8,8	10,9	6,1	8,1	20,5

Contraste													
Doses x	5,7	3,9	9,3	61,4	83,4	8,0	5,7	1,4	20,7	18,9	39,6	47,7	9,1
Ad. mineral	5,8	2,0	16,6	27,3	91,0	12,2	6,0	0,2	15,0	22,9	37,9	60,3	10,5
Teste F	ns	**	**	**	ns	**	ns	**	**	**	ns	**	ns

pH – Potencial hidrogeniônico; M.O. – Matéria orgânica; P – Fósforo; K – Potássio; Na – Sódio; Ca – Cálcio; Mg – Magnésio; Al – Alumínio; H+Al –Acidez potencial; SB – Soma de base; CTC – Capacidade de troca catiônica; V – Saturação por base; PST – Porcentagem de Sódio Trocável; Ad. Mineral – adubo mineral. ns, * e ** - não significativo, significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente.

Verifica-se incremento linear para as variáveis potássio, soma de bases e capacidade de troca catiônica (Figura 8A, 8B e 8C, respectivamente) em função da aplicação de resíduos de serrapilheira do pau-branco.

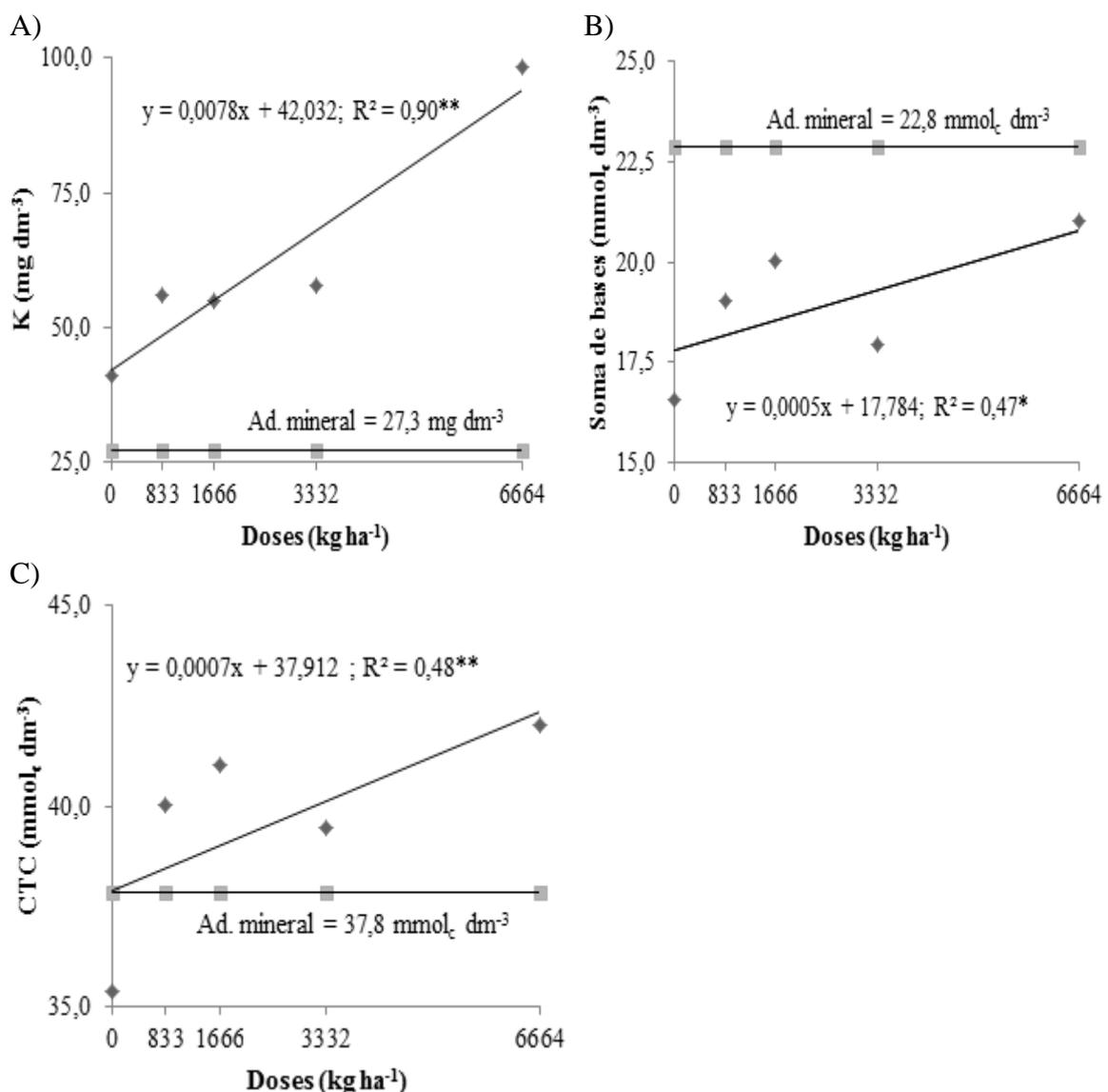


Figura 8 – Valores de potássio (A), soma de bases (B) e capacidade de troca catiônica (C) em função da aplicação de doses de resíduos de serrapilheira do pau-branco em plantas de sorgo, em Planossolo Nátrico Órtico. * e ** Significativo a 5 e 1%.

Observa-se influência da aplicação dos resíduos de pau-branco para as variáveis altura, diâmetro, número de folhas, massa seca total e acúmulo de N. Com relação à análise de contraste a adubação mineral foi superior à adubação com resíduo nas variáveis altura, diâmetro, número de folhas, massa seca total e acúmulo de nitrogênio (Tabela 16).

Tabela 16 – Valores médios, teste F e coeficiente de variação para as variáveis biométricas (altura, diâmetro e número de folhas), teor relativo de clorofila (TRC), massa seca total (MS total) e acúmulo de nitrogênio de plantas de sorgo em função da aplicação de doses de resíduos de serrapilheira do pau-branco.

Doses	Altura	Diâmetro	Nº folhas	TRC	MS total	Acúmulo de N
kg ha ⁻¹	----- cm -----		-	-	g vaso ⁻¹	mg vaso ⁻¹
0	43,3	0,9	6,4	30,6	12,8	83,4
833	55,1	1,1	6,9	30,1	19,5	111,8
1666	58,6	1,1	6,9	28,9	22,1	145,0
3333	56,9	1,2	6,9	30,5	26,3	153,7
6666	27,0	0,8	5,4	30,5	6,7	68,2
Teste F	**	**	*	ns	*	*
CV (%)	11,1	8,3	12,3	15,2	25,2	32,9
Contraste						
Doses x	48,2	1,0	6,5	30,1	17,5	112,4
Ad. mineral	77,4	1,3	8,3	33,2	46,3	287,2
Teste F	**	**	**	ns	**	**

Ad. Mineral – adubo mineral. ^{ns}, * e ** - não significativo, significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente.

Houve comportamento quadrático para as variáveis altura, diâmetro, número de folhas, massa seca total e acúmulo de nitrogênio, apresentando maiores valores com a aplicação das doses de 2725, 3333, 2500, 4300 e 3286 kg ha⁻¹ (Figuras 9A, 9B, 9C, 9D e 9E, respectivamente) de resíduos de pau-branco.

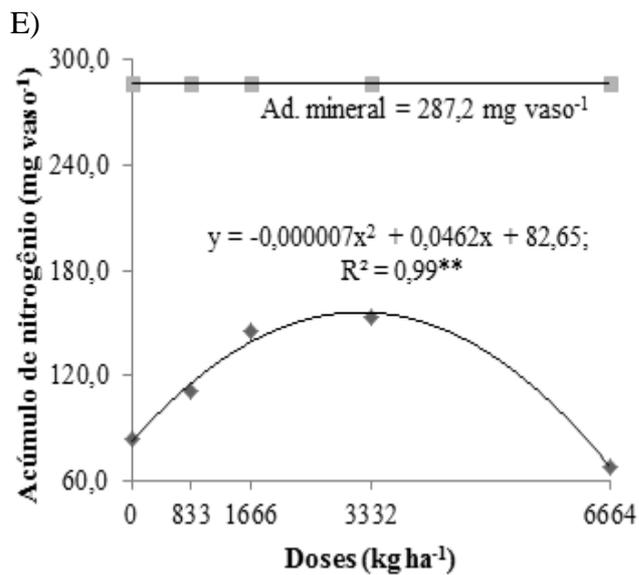
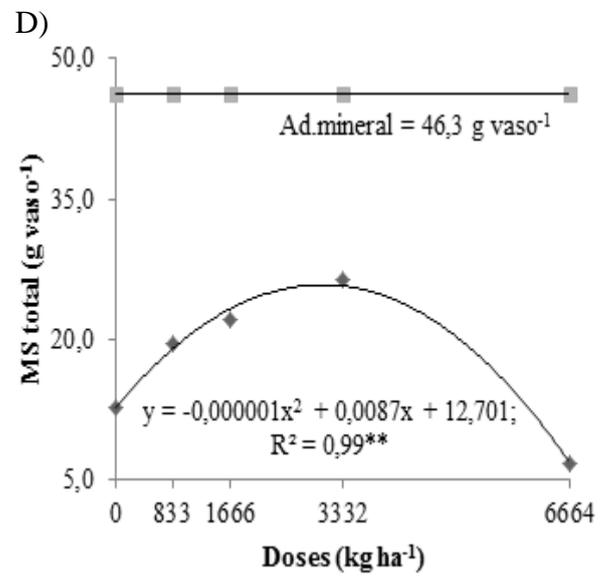
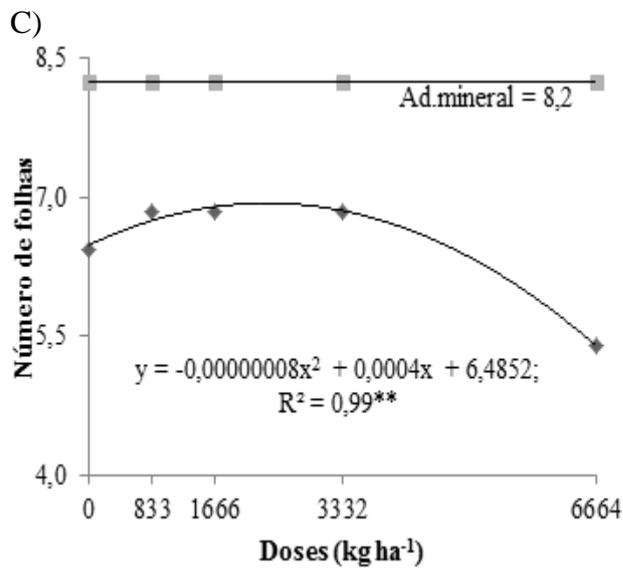
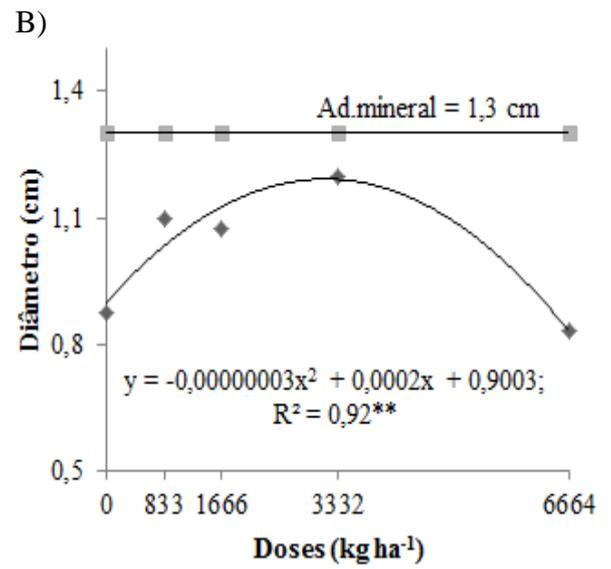
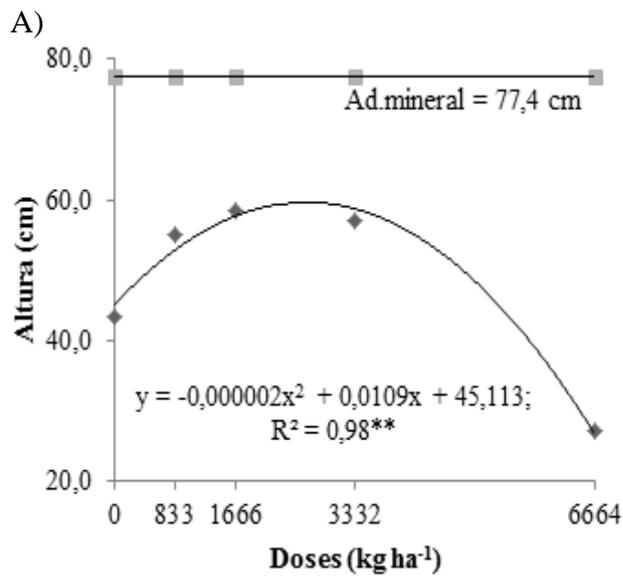


Figura 9 – Efeito da aplicação de doses de resíduos de serrapilheira do pau-branco sobre a altura (A), diâmetro (B), número de folhas (C), massa seca total (D) e acúmulo de nitrogênio (E) de plantas de sorgo. ** Significativo a 1%.

Marmeleiro

Na Tabela 17 verifica-se efeito significativo para as os atributos pH, matéria orgânica, acidez potencial e saturação por base em função da aplicação do resíduo de marmeleiro. Para análise de contraste a aplicação da serrapilheira do marmeleiro proporcionou maior incremento para o elemento potássio em relação à adubação mineral.

Tabela 17 – Valores médios, teste F e coeficiente de variação para os atributos químicos do solo em função da aplicação de doses de resíduos de serrapilheira do marmeleiro na cultura do sorgo

Doses	pH	M.O.	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H + Al	SB	CTC	V	PST
kg ha ⁻¹	-	g dm ⁻³	----	mg dm ⁻³ ----					mmol _c dm ⁻³ -----			---	% ---
0	5,9	5,0	6,2	43,8	75,8	9,0	7,0	0,6	16,4	21,2	37,6	56,5	8,7
1250	5,7	5,0	6,6	49,4	75,6	9,8	6,8	1,2	18,8	19,6	38,4	50,8	8,7
2500	5,6	4,4	6,6	52,0	72,2	9,6	6,6	1,4	19,2	20,6	39,8	51,7	7,9
5000	5,6	3,8	4,2	52,4	84,6	9,4	6,0	1,6	19,2	20,4	40,0	51,0	9,1
10000	5,6	2,6	5,8	59,4	66,0	8,2	5,8	1,6	19,6	18,4	38,0	48,4	7,6
Teste F	**	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	*	ns
CV (%)	2,0	26,5	38,4	16,3	23,0	16,8	11,1	50,0	6,9	10,6	6,1	6,7	21,3
Contraste													
Doses x	5,7	4,2	5,9	51,2	74,9	9,2	6,4	1,3	18,7	20,0	38,8	51,7	8,4
Ad. mineral	5,8	4,2	7,6	29,6	83,4	11,2	6,0	0,8	17,8	21,6	39,4	54,6	9,1
Teste F	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

pH – Potencial hidrogeniônico; M.O. – Matéria orgânica; P – Fósforo; K – Potássio; Na – Sódio; Ca – Cálcio; Mg – Magnésio; Al – Alumínio; H+Al –Acidez potencial; SB – Soma de base; CTC – Capacidade de troca catiônica; V – Saturação por base; PST – Porcentagem de Sódio Trocável; Ad. Mineral – adubo mineral. ^{ns}, * e ** - não significativo, significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente.

Houve comportamento linear decrescente dos valores de pH, matéria orgânica e saturação por base com o aumento das doses do resíduo de serrapilheira do marmeleiro (Figuras 10A, 10B e 10D, respectivamente). Para a variável acidez potencial verifica-se que o melhor modelo de resposta foi o quadrático, onde a aplicação da dose 8250 kg ha¹ de resíduo de serrapilheira do marmeleiro promoveu maiores valores para este atributo (Figura 10C).

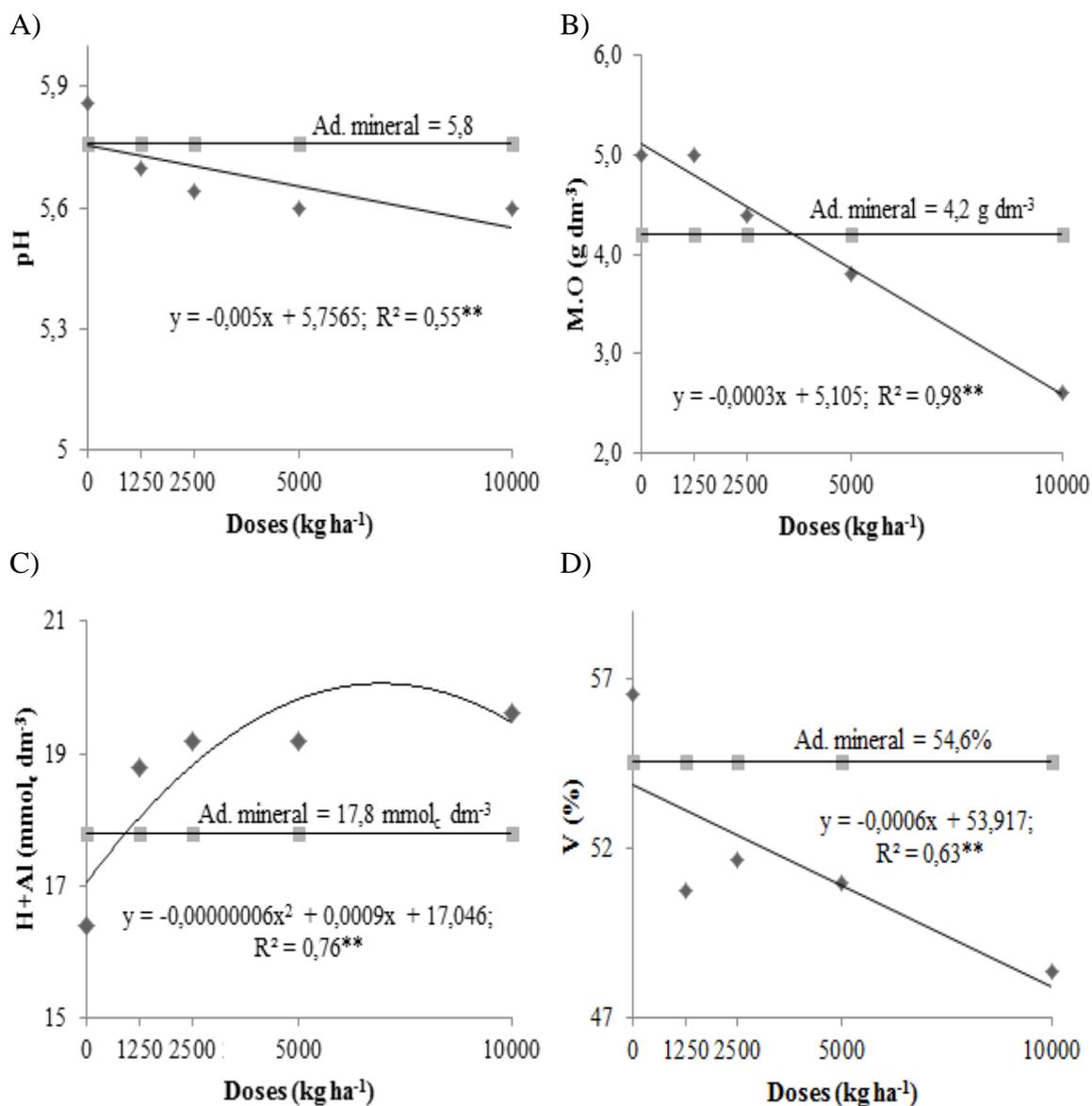


Figura 10 – Valores de pH (A), matéria orgânica (B), acidez potencial (C) e saturação por base (D) em função da aplicação de doses de resíduos de serrapilheira do marmeleiro em plantas de sorgo, em Planossolo Nátrico Órtico. ** Significativo a 1%.

De posse dos dados da tabela 18 verifica-se que não houve diferença significativa para nenhuma das variáveis analisadas com relação à aplicação de resíduos de serrapilheira do marmeleiro nas plantas de sorgo. Porém, para a análise de contraste todas as variáveis foram significativas, com exceção para o teor relativo de clorofila, em que a adubação mineral proporcionou maiores incrementos para as plantas em relação à aplicação de resíduos de serrapilheira do marmeleiro.

Tabela 18 – Valores médios, teste F e coeficiente de variação para as variáveis biométricas (altura, diâmetro e número de folhas), teor relativo de clorofila (TRC),

massa seca total (MS total) e acúmulo de nitrogênio de plantas de sorgo em função da aplicação de doses de resíduos de serrapilheira do marmeleiro

Doses	Altura	Diâmetro	Nº folhas	TRC	MS total	Acúmulo de N
kg ha ⁻¹	---- cm ----		-	-	g vaso ⁻¹	mg vaso ⁻¹
0	67,1	9,8	1,0	29,6	26,8	141,1
1250	65,6	9,0	1,0	31,3	28,3	126,3
2500	72,5	9,7	1,0	29,5	31,5	158,2
5000	67,3	8,8	1,0	28,3	31,4	146,2
10000	73,0	9,0	1,0	28,6	32,8	149,8
Teste F	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	16,9	10,3	11,6	9,1	16,0	23,4
Contraste						
Doses x	69,2	1,0	9,2	29,5	30,2	144,3
Ad. mineral	125,9	1,3	12,6	31,0	77,7	400,7
Teste F	**	**	**	ns	**	**

Ad. Mineral – adubo mineral. ^{ns}, * e ** - não significativo, significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente.

4. DISCUSSÃO

Solo

Os resíduos de serrapilheira do mofumbo proporcionaram aumento nas concentrações de K (Figura 1B), juntamente com os resíduos aplicados das espécies jucá (Figura 5A), catingueira (Figura 6), pereiro (Figura 7A) e pau-branco (Figura 8A). A maior contribuição destas espécies no fornecimento de potássio no solo deve-se ao fato deste nutriente não fazer parte de nenhuma estrutura ou moléculas orgânicas na planta (Meurer, 2006), ficando mais livre em solução pela sua menor força de valência e maior constante de associação com ânions inorgânicos (Duiker & Beegle, 2006), sendo este mais facilmente mineralizável em função da decomposição da matéria orgânica (Alcântaras et al., 2000).

Isso pode ser comprovado, pois quando se aplicou a maior dose dos resíduos de mofumbo, catingueira, pereiro e pau-branco verificou-se incremento de 176; 111; 333; e 244%, respectivamente, em relação à aplicação do adubo mineral.

Os resíduos de serrapilheira das espécies jucá e pereiro contribuíram ainda com o aumento nas concentrações dos cátions cálcio (Figura 5B) e magnésio (Figura 7B) do solo, respectivamente. Além disso, a aplicação dos resíduos de serrapilheira do pereiro elevou a soma de bases (Figura 7C), o mesmo foi verificado na aplicação dos resíduos de serrapilheira do pau-branco que além de incrementar os valores da soma de bases

(Figura 8B) contribuiu ainda com aumento da capacidade de troca catiônica (Figura 8C).

De maneira geral, esse aumento verificado nas concentrações de cátions no solo com a aplicação de resíduos vegetais de diferentes espécies reside na capacidade dos ácidos orgânicos proveniente de plantas interagirem com o solo e ocupar os sítios de adsorção dos nutrientes, ou seja, a decomposição do material orgânico, com liberação de compostos orgânicos tanto de baixa como de alta massa molecular, influenciam sobre a disponibilidade de nutrientes no solo. Isso está relacionado com a complexação ou adsorção de íons competidores, inibindo as ações dos grupos funcionais do solo, deixando os nutrientes mais livres em solução. A decomposição desses resíduos também deve ser considerada importante fonte de nutrientes no solo, pois resulta em mineralização dos nutrientes dos tecidos das plantas (Pavinato & Rosolem, 2008).

Fachini et al. (1999) e Amaral et al. (2004) obtiveram resultados que constatarem o efeito dos resíduos de plantas na disponibilidade de nutrientes para o solo, demonstrando incremento nas concentrações de potássio, cálcio e magnésio trocáveis nas camadas superficiais, podendo estar relacionado com a quantidade presente nos resíduos e não no aumento da disponibilidade do nutriente preexistente no solo. Os resultados obtidos por Alcântaras et al. (2000) demonstram incremento nas concentrações de K, Ca, Mg, soma de bases, CTC e saturação por base nas diferentes profundidades de um solo degradado e independente do tipo de resíduo da cultura aplicada. Outro ponto a se destacar é que a única fonte de suprimento de nutrientes foi o resíduo das plantas, com o intuito de verificar a capacidade deste material em melhorar a fertilidade de solo degradado.

Os resultados obtidos para o Na e a PST (Figura 2A e 2B, respectivamente) do solo, com a aplicação de resíduos de sabiá, demonstram a capacidade desta espécie em promover a redução das concentrações de Na no solo, diminuindo assim a PST.

Segundo Cavalcante et al. (2009) o acúmulo de solutos orgânicos induzido pela aplicação de biofertilizantes pode aumentar o ajustamento osmótico, promovendo a absorção de água e nutrientes em solos afetados por sais. De acordo com Freire & Freire (2007) condicionadores orgânicos como, esterco de curral, casca de arroz e vinhaça podem contribuir na redução da PST, possivelmente em virtude da liberação do CO₂ e ácidos orgânicos, durante a decomposição da matéria orgânica, quando submetida, as condições de lixiviação, além de atuarem como fontes de Ca e Mg, em detrimento do Na.

Assim, alia-se ao fato dos resíduos de sabiá liberar substâncias orgânicas que reduzem as concentrações de Na no solo, com as condições experimentais como o uso da irrigação e um solo de textura arenosa promovendo a lixiviação do elemento. Pois de acordo com os resultados de Holanda et al. (1998) a adição de materiais orgânicos associados a tratamentos mecânicos como a subsolagem e submetidos a condições de lixiviação (Freire & Freire, 2007), promovem melhorias nas propriedades do solo aumentando as concentrações de cálcio, reduzindo os de Na e, portanto, a percentagem de Na trocável. Porém na análise de solo da aplicação deste resíduo não foi verificado incremento da soma de bases (Tabela 5).

Dentre os resíduos aplicados, o da espécie marmeleiro foi o que ocasionou redução nos valores de pH, matéria orgânica e saturação por base e aumento da acidez potencial (Figura 10A, 10B, 10C e 10D, respectivamente). Em função dessa redução do pH, a acidez potencial aumentou, provocando diminuição na saturação por base, pois os resultados encontrados por Nicolodi et al. (2008) demonstram que o aumento da H + Al ocorre diminuição proporcional do pH e que há uma estreita relação entre a saturação por bases e H + Al, porém de ordem inversa.

Essa acidificação verificada deve-se, provavelmente a liberação de ácidos orgânicos, através da decomposição da matéria orgânica pelos microrganismos, pois segundo Eira & Carvalho (1970) dependendo do tipo de resíduo aplicado, este pode ocasionar aumento ou redução da acidez do solo e que diferentes fontes de carbono quando adicionadas separadamente ao solo, alteram significativamente o pH inicial do mesmo, podendo ocorrer variações de pH devido à decomposição destas fontes pelos microrganismos.

Deve-se ainda levar em consideração as condições ideais de umidade e temperatura, tornando um ambiente favorável aos microrganismos para atuarem no processo de degradação, outro fator importante é a alta concentração de manganês presente no resíduo de marmeleiro (Tabela 2), segundo Berg (2000) este elemento apresenta uma relação positiva entre sua concentração e a degradação da lignina. Para Perez & Jeffries (1992) o manganês desempenha um papel importante na degradação da lignina biológica, pois é considerado essencial para a atividade da Mn peroxidase, enzima responsável pela degradação da lignina. Estes fatos são responsáveis pela rápida degradação dessas substâncias presente em altas quantidades nos resíduos de marmeleiro, além de sua alta relação lignina/N (Tabela 2), como conseqüências têm a liberação de substâncias responsáveis pela acidificação do solo.

Outro fato importante a se considerar é o poder tamponante do solo e a textura do mesmo, pois de acordo com Kiehl (1985) a matéria orgânica possui elevado poder de tamponamento do solo; poder tampão de uma substância é a propriedade que ela tem de resistir contra uma mudança brusca do pH do meio em que se encontra. E em geral, solos arenosos possuem menores concentrações de matéria orgânica que solos argilosos (Braccini et al., 1995), tornando-os assim susceptíveis as mudanças de pH do meio.

Planta

Com relação à resposta das plantas à aplicação dos resíduos de serrapilheira, pode-se observar que o aumento na produção de massa seca total foi obtido com aplicação dos resíduos de serrapilheira das espécies sabiá, jurema-preta e pau-branco. Estas, com exceção do sabiá ainda contribuíram com o aumento no acúmulo de N. O que pode ser justificado por estas espécies apresentarem os maiores valores de N e conseqüentemente menores valores das relações C/N e lignina/N. Já os resíduos que apresentaram significância para altura das plantas foram das espécies sabiá, catingueira e pau-branco. As variáveis diâmetro e número de folhas tiveram incremento apenas com a aplicação de resíduos de serrapilheira do pau-branco.

Esses resultados podem ser em função das espécies do sabiá e da jurema-preta, pertencerem à família das leguminosas, espécies conhecidas como fixadoras de nitrogênio, nutriente essencial ao desenvolvimento das plantas, por isso é um dos elementos absorvidos em maiores quantidades (Cantarella, 2007).

Para os resíduos do pau-branco foram observadas concentrações elevada de N na sua composição química em relação às outras espécies (Tabela 2), fato que pode ter caracterizado o aumento na produção de biomassa nas plantas de sorgo. Além das melhorias com relação à fertilidade do solo, ocasionadas pela aplicação de resíduos das diferentes espécies.

Alguns resultados observados com melhorias de alguns atributos do solo não foram verificados no incremento das plantas, como para mofumbo (P e K), jucá (K e Ca) e pereiro (K, Mg e SB) cuja possível justificativa seja a necessidade de tempo maior para os possíveis efeitos positivos fossem verificados no desenvolvimento do sorgo. Por outro lado, para o resíduo de sabiá que promoveu diminuição da sodicidade (Na e PST) foi suficiente para que as plantas de sorgo apresentassem incrementos na altura e biomassa. Para o resíduo de jurema-preta mesmo não havendo diferenças entre as doses aplicadas houve incremento na biomassa e acúmulo de N, o que indica que este resíduo

pode ser utilizado como fonte de nitrogênio. A catingueira apresentou resultado controverso, pois incrementou as concentrações de potássio no solo, porém não houve significância para a resposta das plantas.

O resíduo de pau-branco foi o que melhor apresentou relação entre os efeitos positivos no solo e o desenvolvimento das plantas de sorgo, cujos incrementos podem ser justificados pela rápida decomposição do material devido sua menor relação C/N; lignina/N e maior teor de celulose. Uma menor relação C/N implica numa rápida degradação com conseqüente mineralização (Kiehl, 1985) e disponibilização de nutrientes essenciais ao desenvolvimento das plantas. E segundo Pereira (2012) sob mesmas condições de clima e solo a velocidade de decomposição dos resíduos e a liberação de N são influenciadas por características como relação C/N (Jama & Nair, 1996), teor de lignina e relação lignina/N (McDonagh et al., 1995). Pegado (2008) justifica a decomposição mais intensa de folhas de fava (*Phaseolus lunatus* L.) possivelmente a degradação de seus constituintes menos resistentes como celulose. Uma vez que as folhas de pau-branco apresentam os maiores valores para o teor de celulose em relação a compostos mais recalcitrantes como a lignina (Tabela 2), associa-se a este fato a decomposição mais rápida desse material.

Para o resíduo de marmeleiro os efeitos deletérios na fertilidade do solo com diminuição do pH; M.O.; V e aumento da H + Al não permitiram que houvesse efeitos significativos no desenvolvimento das plantas em relação as quantidades aplicadas.

De maneira geral para análise de contraste a adubação mineral proporcionou maiores valores para as variáveis ligadas a planta em comparação com os resíduos testados. Isto ocorreu pelo fato da adubação mineral liberar nutrientes prontamente disponíveis para a absorção pelas plantas. No solo a exceção pode ser feita para a variável potássio, sendo a aplicação com resíduos superior a adubação mineral para a maioria das espécies testadas. Além das quantidades presentes no material (Tabela 2), este elemento não compõe nenhuma estrutura ou molécula orgânica na planta (Meurer, 2006) podendo ser mineralizado rapidamente.

Para o teor relativo de clorofila não foi verificado diferença significativa entre as doses aplicadas para nenhuma das espécies avaliadas, fato que pode estar relacionado ao estágio fenológico do sorgo. Argenta et al. (2001) também não verificou relação entre a leitura do clorofilômetro e o teor de N, nem associação entre o teor de N e clorofila extraível na folha em milho no estágio de seis a sete folhas, indicando que boa parte do

N absorvido nessa fase deve ser provavelmente utilizado para produção de outras estruturas na planta e não para a formação de clorofila.

Ainda devemos levar em consideração o fato de ter sido utilizado uma variedade de sorgo o BRS Ponta Negra, pois são adaptados para condições desfavoráveis por serem mais rústicas do que híbridos. Rocha et al. (2015) avaliaram o desempenho agrônomo de híbridos e variedades de sorgos cultivados em sequeiro em sistema agrossilvipastoril no semiárido cearense e verificaram que os melhores desempenhos foram das variedades, pois são menos exigentes em tecnologias e insumos que os híbridos e mais estáveis geneticamente, portanto adaptam-se melhor aos diferentes ambientes, principalmente àquelas com condições mais desafiadoras.

5. CONCLUSÕES

A aplicação dos resíduos de mofumbo incrementam as concentrações de P e K no solo. Os resíduos de sabiá contribuem com a redução dos valores de Na e da PST no solo. A espécie do jucá promove aumento das concentrações dos cátions K e Ca. A catingueira eleva as concentrações K, os resíduos de pereiro incrementam as concentrações de K e Mg elevando com isso a SB. E o pau-branco promove acréscimo nos valores de K, SB e CTC do solo.

Os resíduos de marmeleiro proporcionam efeitos negativos no solo, como a acidificação.

Os resíduos de serrapilheira do sabiá, jurema-preta e pau-branco promovem aumento na produção de massa seca nas plantas de sorgo, podendo estas ser os resíduos mais indicados como alternativa de uso na recuperação de áreas degradadas.

A serrapilheira das espécies promoveu incrementos para o nutriente K no solo em comparação com a adubação mineral. Enquanto a fertilização mineral proporcionou aumento na produção de massa seca do sorgo, demonstrando que a associação entre adubo mineral e o uso da serrapilheira de espécies da Caatinga pode ser uma opção viável para acelerar a recuperação de solos degradados.

REFERÊNCIAS

- ALCANTARA, F.A.; FURTINI NETO, A.E.; PAULA, M.B. et al. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um Latossolo Vermelho-Escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, p. 277-288, 2000.
- ALVES, J.J.A.; ARAÚJO, M.A.; NASCIMENTO, S.S. Degradação da caatinga: uma investigação ecogeográfica. **Revista Caatinga**, v. 22, p.126-135, 2009.

- AMARAL, A.S.; ANGHINONI, I.; DESCHAMPS, F.C. Resíduos de plantas de cobertura e mobilidade dos produtos da dissolução do calcário aplicado na superfície do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 115-123, 2004.
- AMORIM, L.B.; SALCEDO, I.H.; PAREYN, F.G.C. et al. Assessment of nutrient returns in a tropical dry forest after clear-cut without burning. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 100, p. 1-10, 2014.
- AOAC Official Method 990.03. **Protein (crude) in animal feed, combustion method. Official Methods of Analysis of AOAC International**. 18th edition. AOAC International, Arlington, VA, USA; 2002 (pp. 30–31 (Chapter 4)).
- ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F.; BORTOLINI, C.G. et al. Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível e de nitrogênio na folha de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.13, p.158-167. 2001.
- BERG, B. Litter decomposition and organic matter turnover in northern forest soils. **Forest Ecology and Management**, v. 133, p. 13-22, 2000.
- BRACCINI, A. de L.E.; BRITO, C.H. de; PÔNZIO, J.B. et al. Efeito da aplicação de resíduos orgânicos com diferentes relações C/N sobre algumas características químicas de um Latossolo Vermelho-Escuro. **Revista Ceres**, v. 42, p. 671-684, 1995.
- CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (Ed.) **Fertilidade do solo**. 2.ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.375-470.
- CAVALCANTE, L.F.; SILVA, G.F.; GHEYI, R.H. et al. Crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo em solo salino com esterco bovino líquido fermentado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.4, p.414-420, 2009.
- DUIKER, S.W.; BEEGLE, D.B. Soil fertility distributions in long-term no-till, chisel/disk and moldboard plow/disk systems. **Soil & Tillage Research**, v. 88, p. 30–41, 2006.
- EIRA, A.F.; CARVALHO, P.C.T. A decomposição da matéria orgânica pelos microrganismos do solo e sua influência nas variações do pH. **Revista de Agricultura**, v. 45, p. 15-21, 1970.
- FERNANDES, V.L.B. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Ceará**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 1993. 247 p.
- FERREIRA, D.F. SISVAR: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, p. 1039-1042, 2011.
- FRANCHINI, J.C.; MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A. et al. Dinâmica de íons em solo ácido lixiviado com extratos de resíduos de adubos verdes e soluções puras de ácidos orgânicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, p. 2267- 2276, 1999.
- FREIRE, M.B.G.S.; FREIRE, F.J. Fertilidade do solo e seu manejo em solos afetados por sais. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS, 2007. p.929-954.
- GAMA-RODRIGUES, A.C.; GAMA-RODRIGUES, E.F.; BRITO, E.C. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos culturais de plantas de cobertura em argissolo

- vermelho-amarelo na região noroeste Fluminense (RJ). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 1421-1428, 2007.
- HOLANDA, J.S.; VITTI, G.C.; SALVIANO, A.A.C. et al. Alterações nas propriedades químicas de um solo aluvial salino-sódico decorrentes da subsolagem e do uso de condicionadores. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.22, p.387-394, 1998.
- JAMA, B.A.; NAIR, P.K.R. Decomposition and nitrogen mineralization patterns of *Leucaena* tropical semiarid conditions Kenya. **Plant and Soil**, v. 179, p. 275-285, 1996.
- KIEHL, J.E. **Fertilizantes orgânicos**: análise de fertilizantes orgânicos. Campinas: Agronômica Ceres, 1985. 492p.
- McDONAGH, J.F.; TOOMSAN, B.; LIMPINUNTANA, V. et al. Grain legumes and green manures as pre-rice crops in Northeast Thailand. II. Residue decomposition. **Plant and Soil**, v. 177, p. 127-136, 1995.
- MEURER, E.J. Potássio. In: FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: UFV, 2006. p. 281-298.
- MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A.; MURAOKA, T. et al. Análise química de tecido vegetal. Parte 2, Cap. 2. In: SILVA, F.C. (Ed.) **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. (2.ed.), Brasília: Embrapa Informática Tecnológica, 2009. p.191-233. 627p.
- NICOLODI, M.; ANGHINONI, I.; GIANELLO, C. Relações entre os tipos e indicadores de acidez do solo em lavouras no sistema plantio direto na região do Planalto do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.1217-1226, 2008.
- PAVINATO, P.S.; ROSOLEM, C.A. Disponibilidade de nutrientes no solo: Decomposição e Liberação de Compostos Orgânicos e Resíduos Vegetais. **Revista Brasileira De Ciência do Solo**, v. 32, n. 3, p. 911-920, 2008.
- PEGADO, C.M.A.; BARBOSA, L.J.N.; MENDES, J.E.M.F. et al. Decomposição superficial e subsuperficial de folhas de fava (*Phaseolus lunatus* L.) na região do Brejo da Paraíba, Brasil. **Revista Caatinga**, v. 21, p. 218-223, 2008.
- PEREIRA M.G, SILVA N.A, PAULA R.R et al. Aporte e decomposição de serapilheira em floresta periodicamente inundável na restinga da Marambaia, RJ. **Ciência Florestal**, v. 22, p.59-67, 2012.
- PEREZ, J., JEFFRIES, T.W. Roles of manganese and organic acid chelators in regulating lignin degradation and biosynthesis of peroxidases by *Phanerochate chrysosporium*. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 58, p. 2402-2409, 1992.
- ROCHA, J.E.S.; TONUCCI, R.G.; FERNANDES, F.E.P. **Produção de variedades e híbridos de sorgo em condições de sequeiro em sistema agrossilvipastoril durante a safra de 2012 a 2014, no estado do Ceará**. Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2015. 7 p. (Comunicado Técnico, 147).
- SAMPAIO, E.V.S.B.; SALCEDO, I.H.; SILVA, F.B.R. Fertilidade de Solos do Semi-Árido do Nordeste. In: PEREIRA, J.R.; FARIA, C.M.B. **Fertilizantes: insumo básico para agricultura e combate à fome**. Petrolina: Embrapa/SBCS, 1995. p. 51-71.

- SAMPAIO, E.V.S.B.; SAMPAIO, Y.; VITAL, T. et al. **Desertificação no Brasil: conceitos, núcleos e tecnologias de recuperação e convivência**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2003, 202p.
- SANTOS, H.G. dos; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C. dos. et al. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353p.
- SENGER, C.C.D. KOZLOSKI, G.V.; SANCHES, L.M.B. et. al. Evaluation of autoclave procedures for fibre analysis in forage and concentrate feedstuffs. **Animal Feed Science and Technology**, v.146, p. 169–174, 2008.
- SILVA, F.C.; ABREU, M.F.; PÉREZ, D.V. et al. Métodos de análises químicas para avaliação da fertilidade do solo. In: SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. p. 107-190.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTISON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Dairy Science**. v. 74, p. 3583, 1991.

ANEXO (I)

Tabela 1 – Teores médios de macro e micronutrientes da serrapilheira das oito espécies estudadas no ano de 2015

Espécie	N	P	g kg ⁻¹				mg kg ⁻¹				
			K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B
Mofumbo	12,3	0,6	7,0	18,2	3,0	1,2	7,5	249,3	21,3	70,3	50,0
Sabiá	15,9	0,6	5,6	21,0	1,8	1,1	8,7	278,3	17,0	47,0	63,8
Jurema-preta	18,2	0,6	2,7	7,9	1,6	1,3	7,0	348,0	17,3	65,7	26,3
Jucá	12,0	1,2	8,0	9,6	0,9	1,2	5,2	75,7	19,9	17,7	22,7
Catingueira	15,0	0,9	5,6	20,2	0,8	1,1	7,5	165,3	27,4	34,2	52,8
Pereiro	15,3	1,0	6,3	16,7	5,9	1,7	10,3	313,0	25,2	41,0	48,3
Pau-branco	19,2	1,5	11,2	19,1	3,8	2,0	8,8	286,3	27,7	71,7	57,1
Marmeleiro	15,3	1,0	5,2	17,4	2,6	1,4	7,3	270,7	20,8	181,7	38,3

ANEXO (II)

Tabela 2 – Atributos químicos e granulométricos de trincheira aberta próxima a área de coleta do solo da área para a experimentação, Irauçuba-CE

Camada	pH	M,O	P	K	S-SO ₄ ⁻²	Na	Ca	Mg	H+Al	Al
cm	H ₂ O	g dm ⁻³	----- mg dm ⁻³ -----			----- mmol _c dm ⁻³ -----				
0-20	6	2	21	31	6	175	21	15	15	2
20-40	7	5	61	23	6	120	35	35	11	0
40-60	7	2	69	23	4	1301	27	30	10	0
	SB	CTC	V	PST	CE	Cu	Fe	Zn	Mn	B
	mmol _c dm ⁻³		----- % -----	d Sm ⁻¹		----- mg dm ⁻³ -----				
0-20	44	59	75	13	0	0	70	0	5	0
20-40	76	87	87	6	0	0	48	1	20	0
40-60	114	124	92	45	0	0	32	1	33	0
	Argila		Silte		Areia Total		Areia Grossa		Areia Fina	
	----- g kg ⁻¹ -----									
0-20	82		28		890		760		130	
20-40	240		100		660		510		150	
40-60	125		55		820		680		140	

pH – potencial hidrogeniônico; M.O. – matéria orgânica (baixo); P – fósforo (baixo); K – potássio (baixo); Ca – cálcio (muito bom); Mg – magnésio (bom); H+Al - acidez potencial (baixo); Al – alumínio; SB- soma de bases; CTC – capacidade de troca catiônica; V – saturação por base; PST- porcentagem de sódio trocável; S – enxofre; Na – sódio; Cu – cobre (baixo); Fe – ferro (alto); Zn – zinco (médio); Mn – manganês (alto); B – boro (médio). Obs.: Planossolo Nátrico Órtico – classificação realizada pelo Dr. Tony Jarbas (Embrapa Semiárido).