

UFSM

Dissertação de Mestrado

**QUANTIFICAÇÃO DE BIOMASSA E DE CARBONO
ORGÂNICO NA REGENERAÇÃO NATURAL DE
FLORESTA OMBRÓFILA MISTA - NOVA PRATA, RS**

Janize Augusta Ferro de Medeiros

PPGEF

Santa Maria, RS, Brasil

2004

**QUANTIFICAÇÃO DE BIOMASSA E DE CARBONO
ORGÂNICO NA REGENERAÇÃO NATURAL DE
FLORESTA OMBRÓFILA MISTA - NOVA PRATA, RS**

Por

Janize Augusta Ferro de Medeiros

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Florestal, área de concentração em Manejo
Florestal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM,RS),
como requisito parcial para a obtenção do grau de
Mestre em Engenharia Florestal.

PPGEF

Santa Maria, RS, Brasil

2004

Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a dissertação de
Mestrado

**QUANTIFICAÇÃO DE BIOMASSA E DE CARBONO ORGÂNICO
NA REGENERAÇÃO NATURAL DE FLORESTA OMBRÓFILA
MISTA - NOVA PRATA, RS**

Elaborada por
Janize Augusta Ferro de Medeiros

Como requisito parcial para a obtenção do grau de
Mestre em Engenharia Florestal

COMISSÃO EXAMINADORA:

Doádi Antônio Brena
(Presidente/Orientador)

Sylvio Péllico Netto

Solon Jonas Longhi

Santa Maria, 26 de julho de 2004

AGRADECIMENTOS

Ao orientador, Doáci Antônio Brena, pelo empenho, apoio e compreensão a mim dedicados durante a realização deste trabalho.

Aos professores Solon Jonas Longhi, Juarez Martins Hoppe e Élio José Santini pela colaboração e amizade.

Ao meu esposo Helio Tonini, pela compreensão, amizade e incentivo na realização deste trabalho.

Ao funcionário Jorge Luiz Puhales, aos colegas Geedre Adriano Borsoi, Luis Henrique Souza e, aos alunos do curso de Engenharia Florestal, pelo apoio, companheirismo e amizade, durante a atividade de coleta de dados.

As colegas e amigas Letícia, Juliana e Cibele, pela amizade em todos os momentos.

Aos meus pais, Décio e Maria de Lourdes, e irmãos, Marcelo e Guilherme, pela força e estímulo para a execução deste trabalho.

Ao PELD (Programa Ecológico de Longa Duração), pelo indispensável aporte financeiro e logístico na realização desta pesquisa.

Ao CNPq e CAPES, pela bolsa concedida.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS _____	xiii
LISTA DE TABELAS _____	xvii
LISTA DE ANEXOS _____	xxii
LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS OU SÍMBOLOS ____	xxiii
RESUMO _____	xxvi
ABSTRACT _____	xxviii
1 INTRODUÇÃO _____	1
2 REVISÃO DE LITERATURA _____	3
2.1 Fotossíntese e o crescimento das árvores _____	3
2.2 Ciclo biogeoquímico do carbono _____	4
2.3 Produção de biomassa e o seqüestro de carbono _____	8
2.4 Quantificação da biomassa e carbono orgânico em florestas _____	11
2.4.1 Modelagem para a estimativa da biomassa úmida e biomassa seca _____	14
2.4.2 Quantificação do carbono orgânico _____	17
2.5 O efeito estufa e o aquecimento global _____	18

2.6 Política global sobre o comércio do carbono _____	22
2.6.1 Convenções sobre as mudanças climáticas _____	22
2.6.2 Mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL) _____	23
2.6.3 Mercado futuro para o carbono _____	24
3. MATERIAL E MÉTODO _____	26
3.1 Localização e descrição da área de estudo _____	26
3.2 Método de amostragem _____	27
3.2.1 Classe de tamanho plântulas _____	28
3.2.2 Classe de tamanho regeneração 1 _____	29
3.2.3 Classe de tamanho regeneração 2 _____	29
3.3 Distribuição de frequência _____	30
3.4 Determinação da biomassa _____	30
3.4.1 Determinação da biomassa do fuste _____	31
3.4.2 Determinação da biomassa da casca _____	31
3.4.3 Determinação da biomassa dos galhos _____	32
3.4.4 Determinação da biomassa das folhas _____	32
3.4.5 Determinação da biomassa das raízes _____	32

3.4.6 Determinação da biomassa de miscelânea _____	33
3.4.7 Determinação da biomassa da serrapilheira fina _____	34
3.4.8 Determinação da biomassa da serrapilheira grossa _____	34
3.5 Determinação da biomassa seca e teor de carbono _____	35
3.5.1 Amostragem do fuste _____	36
3.5.2 Amostragem das folhas _____	37
3.5.3 Amostragem dos galhos _____	37
3.5.4 Amostragem das raízes _____	37
3.5.5 Amostragem da casca _____	38
3.5.6 Amostragem da miscelânea _____	38
3.5.7 Amostragem da serrapilheira _____	38
3.6 Seleção de variáveis e construção das equações para estimar a biomassa úmida _____	38
3.7 Seleção de variáveis e construção das equações para estimar a biomassa seca _____	40
3.8 Validação das equações _____	40
3.9 Estimativa do carbono orgânico _____	41
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO _____	42
4.1 Análise da vegetação _____	42

4.1.1 Composição florística da regeneração natural _____	42
4.1.1.1 Classe de tamanho plântulas _____	45
4.1.1.2 Classe de tamanho regeneração 1 _____	46
4.1.1.3 Classe de tamanho regeneração 2 _____	46
4.1.2 Parâmetros dendrométricos _____	47
4.1.2.1 Classe de tamanho plântulas _____	47
4.1.2.2 Classe de tamanho regeneração 1 _____	47
4.1.2.3 Classe de tamanho regeneração 2 _____	48
4.1.3 Distribuição de frequência _____	48
4.1.3.1 Classe de tamanho plântulas _____	48
4.1.3.2 Classe de tamanho regeneração 1 _____	49
4.1.3.3 Classe de tamanho regeneração 2 _____	51
4.2 Quantificação da biomassa _____	52
4.2.1 Classe de tamanho plântulas _____	52
4.2.2 Classe de tamanho regeneração 1 _____	53
4.2.3 Classe de tamanho regeneração 2 _____	53
4.2.4 Participação das classes de tamanho em relação à biomassa total da regeneração _____	56

4.3 Quantificação do carbono orgânico _____	58
4.3.1 Contribuição de carbono orgânico em cada classe de tamanho _____	58
4.3.2 Participação das classes de regeneração natural e das frações em relação ao carbono orgânico total _____	59
4.4 Relação da biomassa úmida com a biomassa seca _____	61
4.4.1 Classe de tamanho plântulas _____	61
4.4.2 Classe de tamanho regeneração 1 _____	62
4.4.3 Classe de tamanho regeneração 2 _____	63
4.5 Relação da biomassa seca com o carbono orgânico _____	64
4.5.1 Classe de tamanho plântulas _____	64
4.5.2 Classe de tamanho regeneração 1 _____	65
4.5.3 Classe de tamanho regeneração 2 _____	66
4.6 Equações para estimar a biomassa verde _____	67
4.6.1 Classe de tamanho plântulas _____	67
4.6.1.1 Seleção de variáveis _____	67
4.6.1.2 Construção das equações para estimar a biomassa verde _	70
4.6.1.2.1 Determinação da equação para estimar a biomassa total	70
4.6.1.2.2 Determinação da equação para estimar a biomassa do fuste _____	72

4.6.1.2.3 Determinação da equação para estimar a biomassa dos galhos _____	74
4.6.1.2.4 Determinação da equação para estimar a biomassa das folhas _____	75
4.6.1.2.5 Determinação da equação para estimar a biomassa das raízes _____	77
4.6.1.2.6 Determinação da equação para estimar a biomassa da miscelânea _____	78
4.6.2 Classe de tamanho regeneração 1 _____	80
4.6.2.1 Seleção de variáveis _____	80
4.6.2.2 Determinação das equações para estimar a biomassa verde _____	83
4.6.2.2.1 Construção da equação para estimar a biomassa total	83
4.6.2.2.2 Determinação da equação para estimar a biomassa do fuste _____	85
4.6.2.2.3 Determinação da equação para estimar a biomassa dos galhos _____	86
4.6.2.2.4 Determinação da equação para estimar a biomassa das folhas _____	88
4.6.2.2.5 Determinação da equação para estimar a biomassa das raízes finas _____	89
4.6.2.2.6 Determinação da equação para estimar a biomassa das raízes grossas _____	91

4.6.2.2.7 Determinação da equação para estimar a biomassa da miscelânea _____	92
4.6.3 Classe de tamanho regeneração 2 _____	93
4.6.3.1 Seleção de variáveis _____	93
4.6.3.2 Construção das equações para estimar a biomassa verde _	96
4.6.3.2.1 Determinação da equação para estimar a biomassa total	96
4.6.3.2.2 Determinação da equação para estimar a biomassa do fuste com casca _____	98
4.6.3.2.3 Determinação da equação para estimar a biomassa do fuste sem casca _____	99
4.6.3.2.4 Construção da equação para estimar a biomassa da casca _____	101
4.6.3.2.5 Determinação da equação para estimar a biomassa dos galhos vivos _____	102
4.6.3.2.6 Determinação da equação para estimar a biomassa dos galhos mortos _____	103
4.6.3.2.7 Determinação da equação para estimar a biomassa das folhas _____	105
4.6.3.2.8 Determinação da equação para estimar a biomassa das raízes finas _____	106
4.6.3.2.9 Construção da equação para estimar a biomassa das raízes grossas _____	108

4.6.3.2.10 Determinação da equação para estimar a biomassa da miscelânea _____	109
4.7 Avaliação das estimativas de biomassa úmida _____	110
4.8 Equações para estimar a biomassa seca _____	113
4.9 Avaliação das estimativas de biomassa seca _____	120
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES _____	124
5.1 Conclusões _____	124
5.2 Recomendações _____	130
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS _____	131
7. ANEXO _____	136

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Croqui de uma subunidade com as diferentes áreas amostrais utilizadas _____	30
FIGURA 2 – Participação percentual das partes componentes da biomassa das plântulas em relação a sua biomassa verde total ____	52
FIGURA 3 – Participação percentual das partes componentes da biomassa da regeneração 1 em relação a sua biomassa verde total _____	53
FIGURA 4 – Participação percentual das partes componentes da biomassa da regeneração 2 em relação a sua biomassa verde total _____	54
FIGURA 5 – Participação percentual das classes de tamanho plântulas, regeneração 1 e regeneração 2 em relação a biomassa total _____	56
FIGURA 6 – Porcentagem de contribuição do carbono nas diferentes frações em cada classe de tamanho _____	59
FIGURA 7 – Contribuição de carbono orgânico por classe de tamanho da regeneração natural _____	60
FIGURA 8 – Relação entre a altura do primeiro galho vivo com a biomassa total, a biomassa do fuste, a biomassa dos galhos e a biomassa das raízes _____	69
FIGURA 9 – Distribuição dos resíduos da equação utilizada para estimar a biomassa total das plântulas _____	72
FIGURA 10 – Distribuição dos resíduos para a equação utilizada para estimar a biomassa do fuste das plântulas _____	73

FIGURA 11 – Distribuição dos resíduos da equação utilizada para estimar a biomassa dos galhos das plântulas _____	75
FIGURA 12 – Distribuição dos resíduos da equação utilizada para estimar a biomassa das folhas das plântulas _____	76
FIGURA 13 – Distribuição dos resíduos da equação utilizada para estimar a biomassa das raízes das plântulas _____	78
FIGURA 14 – Distribuição dos resíduos da equação utilizada para estimar a biomassa da miscelânea das plântulas _____	79
FIGURA 15 - Relação entre a altura do primeiro galho vivo com a biomassa dos galhos e a biomassa das folhas e a relação do diâmetro da copa com a biomassa das raízes finas e biomassa das raízes grossas _____	82
FIGURA 16 – Distribuição dos resíduos da equação utilizada para estimar a biomassa total da regeneração 1 _____	84
FIGURA 17 – Distribuição dos resíduos da equação utilizada para estimar a biomassa do fuste da regeneração 1 _____	86
FIGURA 18 – Distribuição dos resíduos da equação utilizada para estimar a biomassa dos galhos da regeneração 1 _____	87
FIGURA 19 – Distribuição dos resíduos da equação utilizada para estimar a biomassa das folhas da regeneração 1 _____	89
FIGURA 20 – Distribuição dos resíduos da equação utilizada para estimar a biomassa das raízes finas da regeneração 1 _____	90
FIGURA 21 – Distribuição dos resíduos da equação utilizada para estimar a biomassa das raízes grossas da regeneração 1 _____	91

FIGURA 22 – Distribuição dos resíduos da equação utilizada para estimar a biomassa da miscelânea da regeneração 1 _____	93
FIGURA 23 - Relação entre a altura do primeiro galho vivo com a biomassa total, biomassa dos galhos vivos, biomassa das folhas e biomassa das raízes grossas _____	95
FIGURA 24 – Distribuição dos resíduos da equação utilizada para estimar a biomassa total da regeneração 2 _____	97
FIGURA 25 – Distribuição dos resíduos da equação utilizada para estimar a biomassa do fuste com casca da regeneração 2 ____	99
FIGURA 26 – Distribuição dos resíduos da equação utilizada para estimar a biomassa do fuste sem casca da regeneração 2____	100
FIGURA 27 – Distribuição dos resíduos da equação utilizada para estimar a biomassa da casca da regeneração 2 _____	101
FIGURA 28 – Distribuição dos resíduos da equação utilizada para estimar a biomassa dos galhos vivos da regeneração 2 _____	103
FIGURA 29 – Distribuição dos resíduos da equação utilizada para estimar a biomassa dos galhos mortos da regeneração 2 ____	104
FIGURA 30 – Distribuição dos resíduos da equação utilizada para estimar a biomassa das folhas da regeneração 2 _____	106
FIGURA 31 – Distribuição dos resíduos da equação utilizada para estimar a biomassa das raízes finas da regeneração 2 _____	107
FIGURA 32 – Distribuição dos resíduos da equação utilizada para estimar a biomassa das raízes grossas _____	109
FIGURA 33 – Distribuição dos resíduos da equação utilizada para estimar a biomassa da miscelânea da regeneração 2	110

FIGURA 34: Relações gráficas das frações de biomassa para a classe de tamanho plântulas _____	116
FIGURA 35 - Relações gráficas das frações de biomassa para a classe de tamanho regeneração 1 _____	117
FIGURA 36 - Relações gráficas das frações de biomassa para a classe de tamanho regeneração 1 _____	118
FIGURA 37 - Relações gráficas das frações de biomassa para a classe de tamanho regeneração 2 _____	118
FIGURA 38 - Relações gráficas das frações de biomassa para a classe de tamanho regeneração 2 _____	119
FIGURA 39 - Relações gráficas das frações de biomassa para a classe de tamanho regeneração 2 _____	120

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Número de análises de carbono realizadas nas classes de tamanho _____	36
TABELA 2 – Espécies encontradas nas diferentes classes de tamanho da regeneração natural em uma Floresta Ombrófila Mista, Nova Prata, RS _____	43
TABELA 3 – Distribuição de freqüência para a classe de tamanho plântulas _____	49
TABELA 4 – Distribuição de freqüência para a classe de tamanho regeneração 1 _____	50
TABELA 5 – Distribuição de freqüência para a classe de tamanho regeneração 2 _____	51
TABELA 6 – Contribuições das classes de regeneração e serrapilheira em relação à biomassa quantificada _____	57
TABELA 7 – Contribuições das classes de regeneração e serrapilheira em relação à biomassa total _____	61
TABELA 8 – Porcentagem de umidade na classe de tamanho plântulas _____	62
TABELA 9 – Porcentagem de umidade na classe de tamanho regeneração 1 _____	62
TABELA 10 – Porcentagem de umidade na classe de tamanho regeneração 2 _____	63
TABELA 11 – Porcentagem de umidade na serrapilheira _____	64

TABELA 12 – Porcentagem e quantidade de carbono orgânico na classe de tamanho plântulas _____	65
TABELA 13 – Porcentagem e quantidade de carbono orgânico na classe de tamanho regeneração 1 _____	65
TABELA 14 – Porcentagem e quantidade de carbono orgânico na classe de tamanho regeneração 2 _____	66
TABELA 15 – Valores para o Coeficiente de Correlação de Pearson na classe de tamanho plântulas _____	68
TABELA 16 – Resultados obtidos com o procedimento estatístico stepwise para a biomassa total na classe de tamanho plântulas _____	71
TABELA 17 – Resultados obtidos com o procedimento estatístico stepwise para a biomassa do fuste na classe de tamanho plântulas _____	73
TABELA 18 – Resultados obtidos com o procedimento estatístico stepwise para a biomassa dos galhos na classe de tamanho plântulas _____	74
TABELA 19 – Resultados obtidos com o procedimento estatístico stepwise para a biomassa das folhas na classe de tamanho plântulas _____	76
TABELA 20 – Resultados obtidos com o procedimento estatístico stepwise para a biomassa das raízes na classe de tamanho plântulas _____	77
TABELA 21 – Resultados obtidos com o procedimento estatístico stepwise para a biomassa da miscelânea na classe de tamanho plântulas _____	79

TABELA 22 – Valores para o Coeficiente de Correlação de Pearson na classe de regeneração 1 _____	80
TABELA 23 – Resultados obtidos com o procedimento estatístico stepwise para a biomassa total na classe de regeneração 1 _____	84
TABELA 24 – Resultados obtidos com o procedimento estatístico stepwise para a biomassa do fuste na classe de regeneração 1 _____	85
TABELA 25 – Resultados obtidos com o procedimento estatístico stepwise para a biomassa dos galhos na classe de regeneração 1 _____	87
TABELA 26 – Resultados obtidos com o procedimento estatístico stepwise para a biomassa das folhas na classe de regeneração 1 _____	88
TABELA 27 – Resultados obtidos com o procedimento estatístico stepwise para a biomassa das raízes finas na classe de regeneração 1 _____	90
TABELA 28 – Resultados obtidos com o procedimento estatístico stepwise para a biomassa das raízes grossas na classe de regeneração 1 _____	91
TABELA 29 – Resultados obtidos com o procedimento estatístico stepwise para a biomassa da miscelânea na classe de regeneração 1 _____	92
TABELA 30 – Valores para o Coeficiente de Correlação de Pearson na classe de regeneração 2 _____	94

TABELA 31 – Resultados obtidos com o procedimento estatístico stepwise para a biomassa total na classe de regeneração 2 _____	97
TABELA 32 – Resultados obtidos com o procedimento estatístico stepwise para a biomassa do fuste com casca na classe de regeneração 2 _____	98
TABELA 33 – Resultados obtidos com o procedimento estatístico stepwise para a biomassa do fuste sem casca na classe de regeneração 2 _____	100
TABELA 34 – Resultados obtidos com o procedimento estatístico stepwise para a biomassa da casca na classe de regeneração 2 _____	101
TABELA 35 – Resultados obtidos com o procedimento estatístico stepwise para a biomassa dos galhos vivos na classe de regeneração 2 _____	102
TABELA 36 – Resultados obtidos com o procedimento estatístico stepwise para a biomassa dos galhos mortos na classe de regeneração 2 _____	104
TABELA 37 – Resultados obtidos com o procedimento estatístico stepwise para a biomassa das folhas na classe de regeneração 2 _____	105
TABELA 38 – Resultados obtidos com o procedimento estatístico stepwise para a biomassa das raízes finas na classe de regeneração 2 _____	107
TABELA 39 – Resultados obtidos com o procedimento estatístico stepwise para a biomassa das raízes grossas na classe de regeneração 2 _____	108

TABELA 40 – Resultados obtidos com o procedimento estatístico stepwise para a biomassa da miscelânea na classe de regeneração 2 _____	109
TABELA 41 – Avaliação das estimativas de biomassa úmida____	111
TABELA 42 – Equações obtidas com o procedimento stepwise para estimar a biomassa seca _____	114
TABELA 43 – Ajuste das equações para estimar a biomassa seca das frações _____	115
TABELA 44 – Avaliação das estimativas de biomassa seca _____	121

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 – Lista das espécies encontradas na regeneração natural da floresta em estudo _____	138
ANEXO 2 – Distribuição de frequência total para a classe de tamanho plântulas _____	140
ANEXO 3 – Distribuição de frequência total para a classe de tamanho regeneração 1 _____	141
ANEXO 4 – Distribuição de frequência total para a classe de tamanho regeneração 2 _____	143

LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS OU SIMBOLOS

RN	Regeneração natural
P	Plântula
m	Metro
cm	Centímetro
ha	Hectare
d	Diâmetro
CAP	Circunferência à altura do peito
DAP	Diâmetro à altura do peito
kg	Quilograma
g	Gramma
gt	Giga-tonelada
h	Altura
h_{gv}	Altura do primeiro galho vivo
dc	Diâmetro da copa
v	Volume
PS	Peso seco
PU	Peso úmido

PC	Peso de carbono
PV	Peso verde
P	Passo
Vd	Variável dependente
Vi	Variável independente
b_i	Coefficientes
$Syxb_i$	Erro padrão para o parâmetro b_i
Tb_i	Valores de t para os parâmetros ajustados
Prob>t	Nível de significância para T
R^2_{aj}	Coefficiente de determinação ajustado
$Syx\%$	Erro padrão de estimativa em porcentagem
Prob>f	Nível de significância para f
ln	Logaritmo neperiano
χ^2	Qui-quadrado
Vo, O	Valor observado
Ve, E	Valor estimado
Dif%	Diferença em porcentagem
u.a.	Unidade amostral

C	Carbono
O	Oxigênio
H	Hidrogênio
CO ₂	Gás carbônico
H ₂ O	Água
CH ₂ O	Carboidrato
A	Área
q	Estoque de carbono por unidade de área
C	Centígrado
GEE	Gases do efeito estufa
COP	Conferência das partes
MDL	Mecanismo de desenvolvimento limpo
CRE	Certificado de redução de emissão

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil.

QUANTIFICAÇÃO DE BIOMASSA E DE CARBONO ORGÂNICO NA REGENERAÇÃO NATURAL DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA - NOVA PRATA, RS

Autor: Janize Augusta Ferro de Medeiros
Orientador: Doádi Antônio Brena
Santa Maria, 26 de julho de 2004

Este trabalho teve como objetivos desenvolver modelos matemáticos que descrevam, através de equações, o volume de biomassa e a concentração de carbono orgânico da regeneração natural de Floresta Ombrófila Mista. Para alcançar os objetivos foram instaladas duas unidades amostrais de 10m de largura por 50m de comprimento, totalizando 1000m². Cada unidade foi subdividida em 5 subunidades de 10 x 10m. A biomassa foi quantificada por área amostrada, sendo que os indivíduos foram divididos em três categorias: plântula (plantas com altura superior a 0,50m, CAP < 3cm), regeneração 1 (CAP ≥ 3 e <15cm) e regeneração 2 (CAP ≥15 e < 30cm). Os dados foram coletados de forma destrutiva. Além dos pesos de cada fração (fuste, galhos, folhas, raízes e miscelânea), foram mensurados o CAP, alturas total e do primeiro galho vivo, diâmetro da copa e a cubagem do fuste. A serapilheira fina foi determinada em áreas de 1m², e a grossa em 9m² em cada subunidade. Para a determinação da biomassa seca e do teor de carbono, foram coletadas amostras de cada fração, que foram secas em estufas com temperatura de 75°C até atingirem peso constante. Para verificar as relações entre as variáveis de biomassa úmida e as dendrométricas, foram utilizados o Coeficiente de Correlação de Pearson e a análise gráfica. Na verificação da adequacidade dos modelos de biomassa úmida, foram analisadas as estatísticas do coeficiente de

determinação, erro padrão da estimativa, valor de significância de F, valor de t para os coeficientes e distribuição dos resíduos. Na construção de modelos para quantificação da biomassa seca, utilizou-se o peso da biomassa úmida como variável independente. Na verificação da adequacidade dos modelos de biomassa seca, foram analisadas as estatísticas do coeficiente de determinação, erro padrão da estimativa e análise gráfica dos resíduos. Para a construção dos modelos (biomassa úmida e seca), adotou-se o procedimento estatístico stepwise, no qual as variáveis independentes potenciais foram selecionadas para um nível de 5% de probabilidade. Para verificar se os valores observados diferiram significativamente dos valores estimados, utilizou-se o teste do χ^2 . As equações para estimar a biomassa úmida apresentaram bom ajuste com altos valores de coeficiente de determinação, baixo erro padrão da estimativa e boa distribuição dos resíduos. A biomassa seca apresentou relação linear ou quadrática em relação à biomassa úmida e as equações apresentaram bom ajuste, com altos valores de coeficiente de determinação, baixo erro padrão da estimativa e boa distribuição entre os valores observados e ajustados. Na estimativa do carbono orgânico utilizaram-se os teores médios encontrados nas amostras como fator de multiplicação. O total de biomassa da regeneração natural foi de 31.629,600 kg/ha, (regeneração 2 representou 46%, regeneração 1, 45% e plântulas, 9%), e a serapilheira acumulou 26.606,000 kg/ha, (54% corresponde à serapilheira fina e 46% á grossa). A regeneração acumulou, 7.517,869 kg/ha de carbono orgânico, (regeneração 2 contribuiu com 46,61%, regeneração 1 com 44,41% e plântulas com 8,98%) e a serapilheira estocou 5.509,067 kg/ha. Analisando-se os três estratos conjuntamente, a fração do fuste contribui com 52,43% do carbono orgânico estocado; galhos 22,66%; raízes 17,39%; folhas 5,27%; e miscelânea com 2,25%.

ABSTRACT

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal
Universidade federal de Santa Maria, RS, Brasil.

**QUANTIFICAÇÃO DE BIOMASSA E DE CARBONO
ORGÂNICO NA REGENERAÇÃO NATURAL DE FLORESTA
OMBRÓFILA MISTA - NOVA PRATA, RS**

(BIOMASS AND ORGANIC CARBON QUANTIFICATION IN THE
NATURAL REGENERATION OF MIXED SHADE TOLERANT FOREST –
NOVA PRATA, RS)

Autor: Janize Augusta Ferro de Medeiros
Orientador: Doádi Antônio Brena
Santa Maria, July 26th, 2004

This work had as objectives to adjust mathematical models that describe, through equations, the biomass volume and the concentration of organic carbon of the natural regeneration of Mixed Shade Tolerant Forest. To reach the objectives two sample units of 10m of width by 50m of length had been installed, totaling 1000m². Each unit was subdivided in 5 subunits of 10 x 10m. The biomass was quantified by sampled area and the individuals had been divided in three categories: plantule (plants with superior height to 0,50m, and that to 1,30m having less than 3cm of CAP), regeneration 1 (CAP ≥ 3 and < 15 cm) and regeneration 2 (CAP ≥ 15 and < 30 cm). The data had been collected in a destructive way. Besides the weights of each fraction (stem, branches, leaves, roots and miscellany), CAP, total heights and first alive branch were measured, cup diameter and the procedure of cubic measure stem had been done. The fine litter was determined in areas of 1m², and the thick in 9m² in each subunit. In the determination of the dry biomass and carbon contents, it had been collected samples of each fraction, and dried up in greenhouses with temperature of 75°C until obtaining constant weight. To verify the

relationships between the humid biomass and the dendrometric variables it had been used the Pearson Correlation Coefficient and graphic analysis. In the verification of the adequacy of the humid biomass models, the determination coefficient statistics had been analyzed, estimate standard error, F significant value, t value for the coefficients and the residues distribution. In the model construction for the dry biomass quantification, the weight of the humid biomass had been used as an independent variable. In the verification of the adequacy of the dry biomass models, the determination coefficient statistics, estimate standard error and graphic analysis for the residues had been analyzed. For the models construction (humid and dry biomass), the procedure statistical stepwise had been adopted, in which the potentials independent variables had been selected in 5% level of error. In the verification of the observed values had been significantly difference from the estimated values, the χ^2 test had been used. The equations to esteem the humid biomass presented good adjustment with high values of determination coefficient, low estimate standard error and good residues distribution. The dry biomass had been presented linear or quadratic relationship in relation to the humid biomass and the equations presented good adjustment, with high values of determination coefficient, low estimate standard error and good distribution between the observed and fitting values. In the organic carbon estimate it had been used the medium contents found in the samples as multiplication factor. The total of the natural regeneration biomass had been 31.629,600 kg/ha, (regeneration 2 represented 46%, regeneration 1 45% and plantules 9%) and the litter had been accumulated 26.606,000 kg/ha, (54% corresponded to fine litter and 46% thick litter). The regeneration had been accumulated 7.517,869 kg/ha of organic carbon, (regeneration 2 contributed with 46,61%, regeneration 1 with 44,41% and plantules with 8,98%) and the litter had been stocked 5.509,067 kg/ha. The analysis of the three strata with the stem fraction had been contributed with 52,43% of the stocked organic carbon, branches 22,66%, roots 17,39%, leaves 5,27% and miscellany 2,25%.

1 INTRODUÇÃO

Considerando o processo evolutivo tecnológico e o crescimento demográfico da população mundial, cada vez mais se faz presente a necessidade de melhor controlar os recursos naturais renováveis do planeta tais como as florestas, bosques, cursos d'água, etc. A floresta desempenha, assim como os demais elementos do ambiente, um papel importante no que se refere ao favorecimento de um micro-clima para o desenvolvimento da fauna e flora, conservação de solos e um papel importantíssimo no que se refere ao processo de estoque de carbono orgânico.

O conhecimento científico comprova que os vegetais possuem a capacidade de capturar e fixar carbono, o qual, associado a outros elementos, resulta em substâncias complexas, dentre as quais, compostos celulósicos, principalmente a madeira. As florestas, portanto, possuem a capacidade de capturar e fixar carbono por décadas e armazená-lo principalmente na forma de madeira.

Em decorrência da nova tendência do mercado mundial, no que diz respeito aos critérios necessários para que as empresas conquistem a Certificação Ambiental e pela pressão mundial em relação aos cuidados para com o meio ambiente e o efeito estufa, surge a necessidade do ajustamento de funções matemáticas que descrevam o comportamento do processo de seqüestro de carbono orgânico por parte da biomassa das espécies florestais, servindo como base de referência em

levantamentos não destrutivos como forma de compensação à emissão deste gás na atmosfera.

O conhecimento dos parâmetros de uma floresta fornece informações quantitativas e qualitativas para as tomadas de decisões e aplicabilidade de medidas compensatórias em relação às emissões de gás carbônico, e na quantificação da biomassa florestal, favorecendo a compensação dos danos causados ao meio ambiente.

Objetiva-se, com esta pesquisa, ajustar modelos matemáticos que quantifiquem, através de equações, a biomassa da regeneração natural e a concentração de carbono orgânico da regeneração natural de Floresta Ombrófila Mista.

Este estudo justifica-se pela necessidade do ajustamento de funções matemáticas que venham suprir as deficiências atuais no que se refere à quantificação de carbono fixado na biomassa florestal, visto que a nova tendência mundial apresenta-se muito exigente quanto às questões ambientais.

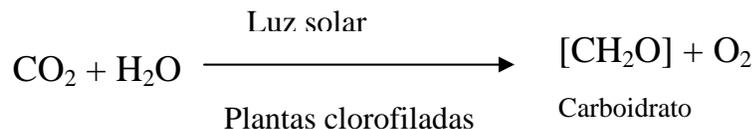
O conhecimento dos parâmetros de uma floresta possibilita informações quantitativas e qualitativas, para tomadas de decisões quando da aplicabilidade de medidas compensatórias mediante a influência de indústrias emissoras de gás carbônico no mundo e na quantificação de biomassa florestal, quando obrigatório por lei a reposição das áreas florestais degradadas, favorecendo a compensação dos danos causados ao meio ambiente.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Fotossíntese e o crescimento das árvores

O termo fotossíntese significa literalmente construção ou síntese pela luz. É o processo pelo qual as plantas sintetizam compostos orgânicos a partir de matéria-prima inorgânica na presença da luz solar (Hall & Rao, 1980). Conforme Tierno e Corrêa (1989, p.123), “A Fotossíntese é um processo pelo qual o CO₂ da atmosfera é convertido em carboidrato, utilizando-se a energia luminosa”.

Conforme Hall & Rao (1980), o processo químico principal da fotossíntese consiste na conversão de dióxido de carbono e água em carboidratos e oxigênio. Pode-se representar a reação pela equação:



Os carboidratos formados possuem mais energia do que as matérias-primas CO₂ e H₂O. Com a energia solar, estes compostos são convertidos em compostos ricos em energia, carboidrato e O₂. Portanto, a fotossíntese pode ser considerada como um processo de conversão da energia radiante do sol em energia química dos tecidos vegetais, liberando O₂ como resíduo.

O CO₂ é essencial para a fotossíntese e para o crescimento das plantas (Cure & Acock, 1986). De acordo com Simpson & Botkin (1992), a remoção do dióxido de carbono da atmosfera, ocorre através da fotossíntese nos vegetais, e sua liberação pela respiração, sendo que parte desse carbono removido é armazenado na madeira em florestas. Conforme Nutto *et al.* (2002), o dióxido de carbono é fixado pela fotossíntese em compostos reduzidos de carbono através do processo de respiração da planta. Por meio da decomposição de seus resíduos e da carbonização da biomassa, o carbono retorna para a atmosfera.

A produtividade de um ecossistema florestal relaciona-se diretamente com o consumo e com a disponibilidade de dióxido de carbono no meio, pois este é o elemento que movimenta o processo de absorção das plantas (Schumacher & Hoppe, 1997). O aumento do CO₂ na atmosfera pode acelerar a fotossíntese e, em determinadas condições, funciona como nutriente, com o qual as florestas poderiam crescer mais rapidamente (Kirchhoff, 1992).

2.2 Ciclo biogeoquímico do carbono

O teor de CO₂ da atmosfera permanece quase constante apesar do seu consumo durante a fotossíntese. Todas as plantas e animais executam o processo de respiração, em que o oxigênio é tomado da atmosfera pelos tecidos vivos para converter carboidratos e outros constituintes celulares em dióxido de carbono e água, com liberação

simultânea de energia. A energia é armazenada e utilizada para as funções normais do organismo. Assim, a respiração causa um decréscimo no conteúdo de matéria orgânica e oxigênio e um aumento no teor de CO_2 do planeta (Hall & Rao, 1980).

A respiração dos organismos vivos e a queima dos combustíveis carbonatos consomem, em média, 10.000 toneladas de O_2 por segundo na superfície terrestre, sendo que, nesta taxa todo o oxigênio atmosférico seria consumido em cerca de 3.000 anos. Porém, a perda de matéria orgânica e oxigênio atmosférico durante a respiração é compensada pela produção de carboidratos e oxigênio na fotossíntese. Em condições ideais, a taxa da fotossíntese nas partes verdes das plantas é cerca de 30 vezes maior do que a taxa de respiração nos mesmos tecidos, sendo muito importante na regulação dos teores de O_2 e CO_2 da atmosfera (Hall & Rao, 1980).

A concentração de carbono na atmosfera é resultante do balanço entre fontes e sumidouros nos ecossistemas terrestres, nos oceanos e na litosfera (Roscoe, 2003). Em seu ciclo geoquímico, as moléculas de CO_2 da atmosfera são dissolvidas nos oceanos na forma de carbonatos e lentamente depositadas como sedimentos, retornando naturalmente à atmosfera somente com a movimentação de placas tectônicas, no processo de subducção, levando um tempo médio de 400 milhões de anos. O carbono atmosférico também é absorvido pelas plantas e algas através da fotossíntese, entrando no ciclo biológico do C, no qual o tempo de ciclagem é bem menor (Watson, 2001).

Conforme Bundestag *apud* Roscoe (2003) as rochas sedimentares representam o maior reservatório de carbono no Planeta, sendo estimado em 66 bilhões de gigatons de C. As trocas entre a atmosfera e esse imenso reservatório ocorrem lentamente, com taxas anuais extremamente baixas. Uma vez na atmosfera, o CO₂ pode ser incorporado aos ecossistemas terrestres, principalmente pela fotossíntese, e aos oceanos, pela fotossíntese e dissolução na forma de carbonatos (Schlesinger, 1997). Nos ecossistemas terrestres, o CO₂ fixado pela vegetação é parcialmente consumido pela respiração dos seres autotróficos e entra como a fonte básica de energia para os demais sistemas heterotróficos, sendo consumido pela respiração dos mesmos níveis tróficos e também pela decomposição. Parte desse carbono se acumula no solo na forma de matéria orgânica, que é também decomposta, em taxas mais lentas, sendo um importante reservatório de carbono nos sistemas terrestres (Watson, 2001). O carbono fixado nos oceanos na forma orgânica passa também por processos semelhantes aos ecossistemas terrestres em diferentes níveis tróficos, sendo parcialmente perdido por respiração e decomposição, em um ciclo relativamente rápido. Parte do carbono orgânico, principalmente os carbonatos acumulam-se, formando depósitos sedimentares no fundo dos oceanos (Schlesinger, 1997).

Conforme Schumacher *et al.* (2002), a maior parte do carbono encontra-se na forma de compostos inorgânicos e aproximadamente 0,05% na forma orgânica. Os compostos orgânicos são encontrados na

biomassa marinha (sedimentos e detritos orgânicos dos oceanos) e terrestre (detritos orgânicos e no solo).

Burger (1980) relata que, anualmente, na terra as plantas transformam 200×10^9 toneladas de carbono (C) em cerca de 500×10^9 toneladas de substâncias vegetais. Pela fotossíntese, anualmente 0,4% do gás carbônico disponível na atmosfera é transformado. Isto significa que teoricamente, depois de 250 anos todo o CO_2 seria gasto, e a fotossíntese teria acabado. Porém, a maioria das substâncias vegetais são reduzidas, liberando o CO_2 . Por outro lado, a grande maioria do oxigênio produzido na fotossíntese é gasto novamente na redução. A formação de uma reserva de oxigênio na atmosfera durante o desenvolvimento da Terra pode ser atribuída principalmente ao fato de que o ciclo de produção nem sempre foi concluído, por exemplo, a formação de carvão ou de petróleo significa uma interrupção deste ciclo, resultando, num superávit de oxigênio na atmosfera. Como nos séculos passados não houve formação de mais carvão e petróleo, o balanço entre O_2 e CO_2 estava mais ou menos equilibrado.

A biota terrestre, dominada em grande parte pela vida vegetal, absorve cerca de 102 Gt de carbono via fotossíntese. O processo respiratório e a decomposição da matéria orgânica devolvem a atmosfera cerca de 50 Gt de carbono cada, totalizando 100 Gt. As trocas de carbono entre a biota terrestre e a atmosfera estão praticamente balanceadas, existindo um acúmulo de 2 Gt por ano na biota terrestre. Cerca de 92 Gt de carbono são retirados da atmosfera pelos oceanos, e

cerca de 90 Gt retornam à mesma anualmente. Como resultado final, cerca de 2 Gt de carbono são estocados por ano. Portanto, em seu estado natural e sem interferência humana, as trocas de carbono ocorrem dentro de um estado de equilíbrio, e os pequenos acúmulos na biota terrestre e nos oceanos seriam compensados pela emissão de CO₂ via vulcanismo (Victoria *et al.*, 1994).

A concentração de dióxido de carbono na atmosfera é determinada pelas emissões a partir da queima de combustíveis fósseis, da mudança do uso da terra e a absorção pelos oceanos e ecossistemas terrestres (Houghton, 1994).

2.3 Produção de biomassa e o seqüestro de carbono

Conforme Sanquetta (2002), biomassa quer dizer massa de origem biológica, viva ou morta, animal ou vegetal. O termo biomassa florestal pode significar toda a biomassa existente na floresta ou apenas a fração arbórea da mesma. O termo fitomassa também pode ser empregado para especificar que se trata de biomassa de origem vegetal, podendo-se ainda usar os termos fitomassa florestal ou fitomassa arbórea.

Conforme Martinelli *et al.* (1994), biomassa é definida como a quantidade, expressa em massa, do material vegetal em uma floresta. Segundo Watzlawick *et al.* (2002), o termo biomassa vegetal refere-se à massa de vegetal viva de um determinado ecossistema, em um dado

intervalo de tempo, podendo também ser considerada a biomassa morta, (árvores caídas e em pé), sendo a soma das duas a biomassa total.

Segundo Nutto *et al.* (2002), o crescente interesse nas florestas em relação à fixação de carbono tem aumentado, devido à capacidade de remover o dióxido de carbono da atmosfera. De acordo com Sanquetta (2002), a biomassa de origem florestal serve como fonte energética e acumula, em sua estrutura carbônica, poluentes nocivos à qualidade de vida do planeta.

O carbono é fixado em vários órgãos das plantas, o CO₂ é seqüestrado da atmosfera, pelo processo da fotossíntese, sendo usado e fixado para a construção de tecidos duráveis, como madeira, e pouco duráveis, como as folhas e a casca. As florestas são muito importantes para o equilíbrio do estoque de carbono global, pois armazenam, dentro de suas árvores e no solo, mais carbono do que existe atualmente na atmosfera. A madeira pode contribuir no seqüestro de carbono da atmosfera, através do armazenamento de CO₂, em produtos de longa duração como casas e pela substituição da matriz energética, alterando o uso de combustíveis fósseis pela madeira, causando menor emissão de CO₂ (Nutto *et al.*, 2002).

Apesar do menor estoque de carbono na biomassa das florestas, quando comparado com os demais compartimentos (atmosfera, solo, combustíveis fósseis e oceano), este é o único facilmente manejável com fins de seqüestro de carbono (Schumacher *et al.*, 2002). Segundo Lima

(2002), é significativa a estocagem do carbono em reflorestamentos, quando mantidos intactos, ou usados em aplicações duráveis.

Se a mudança do uso da terra com o desmatamento tem sido um fator importante para aumentar as concentrações de CO₂, a atividade inversa, ou seja, o reflorestamento, corresponde a um importante processo de transferência de CO₂ da atmosfera para a biosfera (Salati, 1994). A contribuição das mudanças no uso da terra ao aumento da concentração de CO₂ na atmosfera, em função da complexidade e heterogeneidade dos ecossistemas terrestres, é bem difícil de ser estimada. As quantidades emitidas estão associadas às diferenças no estoque de carbono entre as florestas e as áreas de produção agrícola; em geral as florestas apresentam de 20 a 100 vezes mais carbono por unidade de área, quando comparadas a sistemas agrícolas (Victoria *et al.*, 1994).

Para calcular os efeitos causados pelo desflorestamento, é de suma importância saber os incrementos das diferentes espécies que ocorrem na área em questão (Nutto *et al.*, 2002). As florestas, que contêm grande parte do carbono terrestre global, estão sendo transformadas em regiões agrícolas e pastagens, que possuem uma baixa capacidade de armazenar carbono. (Houguton, 1994).

O conceito de seqüestro de carbono foi consagrado na conferência de Kyoto, em 1997, que realizada com o objetivo de conter e reverter o acúmulo de CO₂ na atmosfera para reduzir o efeito estufa. Tal conceito aplica-se desde à preservação de áreas florestais com risco de serem

destruídas, à recuperação de florestas degradadas, e ao estabelecimento de novas plantações florestais e sistemas agro-florestais (Yu, 2002).

A idéia de fixação de carbono normalmente se relaciona com o potencial de armazenamento nas florestas e outros tipos de vegetações. Portanto, com o estabelecimento de novas plantações, sistemas agroflorestais e recuperação de áreas degradadas, há perspectivas de aumento das reservas de carbono. A conservação de florestas naturais, o reflorestamento e um manejo otimizado das plantações florestais são os principais métodos para a fixação do carbono atmosférico (Sanquetta, 2002).

As florestas em regeneração exercem função de grande importância em relação ao seqüestro de dióxido de carbono da atmosfera, uma vez que se encontram em fase de crescimento ativo. As florestas nativas manejadas e não-manejadas apresentam clareiras em fase de regeneração natural, com elevado potencial de consumir o dióxido de carbono (Reis *et al.*, 1994).

2.4 Quantificação da biomassa e carbono orgânico em florestas

As informações de biomassa sobre as florestas nativas são esparsas e, muitas vezes, estimadas através de equações de volume e densidade média da madeira. No entanto, existe uma variabilidade muito grande na composição florística, com pequenas mudanças nas condições ambientais, o que pode gerar erros bastante grandes de estimativa e,

conseqüentemente, do carbono que pode ser seqüestrado por essa floresta (Reis *et al.*, 1994).

Tipos distintos de florestas guardam diferentes quantidades de carbono na sua biomassa. Locais diferentes dentro do mesmo tipo florestal também variam muito em relação à biomassa. A maioria das estimativas de biomassa e carbono orgânico está abaixo do valor real, pois geralmente são consideradas somente as árvores com DAP superior a 10 cm (Houghton, 1994).

As estimativas de biomassa florestal são informações imprescindíveis nas questões ligadas às áreas de manejo florestal e ao clima. Em relação ao clima, a biomassa é usada para estimar estoques de carbono orgânico, os quais, por sua vez, são utilizados para estimar a quantidade de CO₂ que é liberada à atmosfera durante um processo de queimadas. A quantificação da biomassa é necessária para uma correta avaliação da contribuição dos projetos de desenvolvimento às mudanças climáticas globais (Higuchi *et al.*, 1998).

Todo procedimento quantitativo, como o inventário de biomassa, deve fundamentar-se em uma amostragem que seja representativa e que reflita verdadeiramente, e sem tendências, a população amostrada. A amostra deve ser dimensionada de forma a obter estimativas precisas de biomassa (Sanquetta, 2002). Dependendo do objetivo do estudo, pode-se usar como unidade de amostra parcelas de tamanho fixo ou árvore individual (Higuchi & Carvalho, 1994).

Para a determinação da biomassa, utiliza-se métodos diretos, e para a estimativa, os métodos indiretos. As determinações não são possíveis em grandes extensões florestais, sendo usadas em pequenas áreas para ajustar e calibrar os modelos empregados nas estimativas de biomassa. As estimativas devem ser baseadas em dados das determinações e de informações de estudos realizados, como o mapeamento, a determinação da área e o inventário florestal (Sanquetta, 2002).

O método direto implica no corte total de uma área da floresta, medindo-se o volume e a massa dos indivíduos. Através de amostragem, determina-se a umidade e se estima a biomassa seca total. A matéria morta acima do solo é avaliada através de amostragens em diversos locais, e o sistema radicular é medido arrancando-se o material do solo em áreas determinadas (Reis *et al.*, 1994).

As medidas indiretas são utilizadas para determinar a biomassa de grandes áreas florestais (Reis *et al.*, 1994). As estimativas são feitas através de relações quantitativas ou matemáticas, como razões ou regressões (Sanquetta, 2002).

Conforme Higuchi *et al.* (1998), é praticamente impossível determinar a biomassa de cada árvore. Por esta razão, os recursos da análise de regressão para o desenvolvimento de modelos estatísticos, para estimar a biomassa de árvores em pé, devem ser empregadas a fim de superar este problema.

Os procedimentos de campo utilizados nas determinações de biomassa de florestas podem variar amplamente, de acordo com os

objetivos, restrições técnicas e de orçamento. O caso mais básico é a simples pesagem, em que apenas a planta é cortada e pesada integralmente, com ou sem as raízes, sem qualquer separação das partes. Outro caso é a simples separação, realizada quando há interesse em desmembrar as diferentes porções de biomassa, separando-se o caule, as raízes, os galhos, a folhagem e a miscelânea antes de realizar a pesagem. Quando há a necessidade de detalhar ainda mais a separação das frações utiliza-se as técnicas de dissecação da biomassa ao longo de diferentes camadas ou horizontes. Essa técnica é utilizada para traçar o perfil vertical da biomassa em estudos que ligam a área foliar à penetração da luz no ecossistema ou em pesquisas relativas à produtividade primária (Sanquetta, 2002).

2.4.1 Modelagem para a estimativa da biomassa úmida e biomassa seca

Os métodos indiretos são utilizados para estimar a biomassa de grandes áreas florestais. Dependendo das informações disponíveis, são usadas relações empíricas entre a biomassa e algumas outras variáveis disponíveis nos inventários florestais, como o DAP, a altura e o volume, resultando no valor da biomassa seca por hectare, que é extrapolada para a área considerada (Salati, 1994).

Conforme Ogawa e Kira *apud* Sanquetta (2002), os estudos sobre a biomassa florestal têm envolvido o uso extensivo de alometria entre as diferentes dimensões de uma árvore em conjunto com determinações. De

acordo com Wendling *apud* Sanquetta (2002), a relação alométrica é uma boa forma de relacionar a biomassa a outras variáveis da floresta.

Sanquetta *et al.* (2001) avaliou as seguintes variáveis: CAP (circunferência à altura do peito), ht (altura total), hc (altura comercial), vf (volume do fuste), pvf (peso verde do fuste), pvgv (peso verde dos galhos vivos), pvgm (peso verde dos galhos mortos) e pvr (peso verde de raízes).

Segundo Vanclay *apud* Koehler *et al.* (2002), as equações usadas para estimar a biomassa são empíricas, pois descrevem o comportamento da variável resposta sem identificar as causas ou explicar os fenômenos. Porém, essas funções fornecem estimativas biologicamente seguras. Elas devem ser formuladas de modo biologicamente realista dentro da amplitude de condições possíveis. As formas mais usuais de equação empírica são as equações lineares, nos quais variáveis explicativas entram de forma aditiva.

O procedimento mais comum para estimar biomassa em povoamentos florestais é o ajuste das equações pelo uso das técnicas de regressão. Neste procedimento, algumas árvores são amostradas, o peso de cada componente é determinado e relacionado por meio de regressão com variáveis dendrométricas (Koehler *et al.*, 2002).

Sanquetta *et al.* (2001), Higuchi *et al.* (1998) e Higuchi & Carvalho Jr. (1994), analisaram as equações quanto à qualidade do ajuste com base no coeficiente de determinação (R^2), erro padrão da estimativa em

porcentagem (Syx%), distribuição gráfica dos resíduos e ANOVA da regressão.

Higuchi & Carvalho Jr. (1994) e Sanquetta *et al.* (2001) testaram os modelos abaixo para a determinação da biomassa:

$$PV = aD^b$$

$$PV = a + bD + cD^2$$

$$PV = a + bD + c(D^2 H)$$

$$PV = a + bD + cD^2 + d(D^2 H)$$

$$PV = a + bD^2 + c(D^2 H)$$

$$PV = a + bD + cH$$

$$PV = aD^b H^c$$

Sendo: PV = peso fresco em quilos; D = diâmetro à altura do peito (DAP); H = altura total em metros; a,b,c,d = coeficientes de regressão

Higuchi *et al.* (1998) testou os seguintes modelos estatísticos para a quantificação da biomassa:

$$\ln P_i = b_0 + b_1 \ln D_i$$

$$\ln P_i = b_0 + b_1 \ln D_i + b_2 \ln H_i$$

$$P_i = b_0 + b_1 D_i^2 H_i$$

$$P_i = b_0 D_i^{b_1} H_i^{b_2}$$

Sendo: P_i = peso de massa fresca de cada árvore, em quilogramas para o 1º, 2º e 4º modelo e em toneladas métricas para o 3º modelo; D_i = diâmetro à altura do peito de cada árvore (DAP), em centímetros para o 1º, 2º e 4º modelo e em metros para o 3º modelo; H_i = altura total de cada árvore em metros; b_0 , b_1 e b_2 = coeficientes de regressão; ϵ_i = erro aleatório; \ln = logaritmo natural.

2.4.2 Quantificação do carbono orgânico

Conforme Salati (1994), a quantificação do estoque de carbono em um ecossistema florestal é um problema facilmente equacionável do ponto de vista teórico. A expressão que permite esse cálculo é simples:

$$Q = A.q$$

Sendo: A = a área da região considerada e q = estoque de carbono por unidade de área.

Quando a região for constituída por diversos ecossistemas com paisagens botânicas distintas, a expressão passa a ser um somatório dos estoques nos diferentes ecossistemas (Salati, 1994).

O estoque de carbono é obtido após a quantificação da biomassa fresca e a conversão desta em biomassa seca (Higuchi *et al.*, 1998). Conforme Barra (2002), para a quantificação do carbono orgânico devem-se obter os pesos verdes das frações de biomassa e, posteriormente, em função do conteúdo de umidade, os pesos secos e multiplicá-los pelo respectivo fator de conversão.

De acordo com Koehler *et al.* (2002), o conteúdo de carbono armazenado em diferentes partes da árvore é obtido pela multiplicação do valor da biomassa da porção considerada por um valor que representa o teor de carbono existente.

2.5 O efeito estufa e o aquecimento global

Alguns gases como o dióxido de carbono, o metano, o óxido nitroso, os clorofluorcarbonos (CFCs) e o vapor d'água são chamados de gases de efeito estufa porque permitem a passagem da radiação solar e absorvem grande parte do calor (radiação infravermelha térmica) emitido pela superfície aquecida da Terra. Com esses gases, a temperatura média da superfície do planeta mantém-se em torno de 15°C. Sem o efeito estufa, a temperatura média da terra seria de 18°C negativos. Nesse sentido, ele é responsável por um aumento de 33°C na temperatura do planeta, o que o torna benéfico, pois cria condições para a existência de vida (Peixoto *et al.*, 2001).

Conforme Sanquetta (2002), gases como o dióxido de carbono (CO₂) formam uma capa protetora que impede que o calor absorvido pela Terra advindo da radiação solar escape para o espaço exterior, conservando o calor e não permitindo grandes variações de temperatura. Este efeito não só é benéfico mas também indispensável para a manutenção da vida na Terra.

A produção do metano ocorre em condições anaeróbicas, associadas à fermentação entérica em ruminantes, em lavouras de arroz irrigado, em tratamentos anaeróbicos de resíduos animais e durante a queima da biomassa (florestas, resíduos agrícolas, etc.). O monóxido e o dióxido de carbono são produzidos na queima de biomassa. O fogo libera C durante a combustão e acentua diretamente a liberação do mesmo no

solo onde a vegetação foi queimada. Efeitos indiretos do fogo podem levar a emissões de óxido nitroso, óxido de nitrogênio e metano (Lima, 2002).

Um dos principais gases do efeito estufa é o gás carbônico, cujas emissões no Brasil, provenientes da utilização de diversos tipos de combustíveis, cresceram vertiginosamente nos últimos 40 anos. Os países mais desenvolvidos são os que mais contribuem para o efeito estufa (Rocha, 2002). Porém, ao incluir as queimadas e desmatamentos, o Brasil passa da 21^a para a 5^a posição (Santilli *apud* Rocha, 2002).

A derrubada e a queima da biomassa dos ecossistemas eliminam a fitomassa existente, transferindo para a atmosfera grande parte do carbono que constituía a estrutura da matéria orgânica desses ecossistemas. As implantações de agroecossistemas recuperam o carbono da atmosfera pela fotossíntese (Teixeira & Oliveira, 1999).

As emissões no século XIX e início do século XX decorrem do desenvolvimento da agricultura, principalmente em países europeus de clima temperado. A partir de 1950, a taxa de emissão, em função do desmatamento aumentou significativamente, sendo que, no período entre 1850 e 1985, estima-se que as emissões em regiões tropicais tenha sido de duas a três vezes maiores que as ocorridas em regiões de clima temperado (Victoria *et al.*, 1994).

Considerando o período de 1850 até 1990, o total de emissões, devido a mudanças no uso da terra, foi de aproximadamente 120 bilhões de toneladas de carbono, enquanto que as emissões decorrentes da

queima de combustíveis fósseis foi de aproximadamente 230 milhões. Atualmente as emissões provenientes da queima de combustíveis fósseis correspondem a cerca de 6 bilhões de toneladas de carbono por ano, e as emissões pelo desmatamento, ou com a mudança do uso do solo correspondem a cerca de 1,7 bilhões de toneladas de carbono por ano (Salati, 1994).

Com a atuação do homem, o equilíbrio natural do CO₂ tende a romper, devido principalmente à queima de combustíveis fósseis e a queima de biomassa, em especial as florestas. As emissões de CO₂ para a atmosfera, resultante da queima de combustíveis fósseis, vêm aumentando exponencialmente desde 1860, coincidindo com o início da revolução industrial (Victoria *et al.*, 1994). Desde o início da Revolução industrial, houve um aumento gradual na concentração atmosférica de CO₂, devido principalmente à queima de combustíveis fósseis na maioria dos processos industriais (Tans *et al.*, 1990). A partir da era industrial, a demanda por energia aumentou e a utilização de combustíveis transferiu o carbono, que antes estava imobilizado, para a atmosfera (Salati, 1994).

Desde o fim de século XIX a concentração de CO₂ na atmosfera aumentou em 12 %, resultando em um aumento de temperatura de 0,6° C entre 1880 e 1930 (Burger, 1980).

Os sistemas agroflorestais são atividades que contribuem com a redução das emissões de gases do efeito estufa. Esses sistemas incluem atividades de extração de produtos florestais sem corte, como o caso da borracha, castanhas, óleos essenciais e produtos medicinais, entre outros.

Com o uso de práticas sustentáveis de manejo de florestas, pode-se prever que significantes quantidades de gases deixem de ser emitidos. A implantação de florestas ou culturas permanentes em áreas degradadas por culturas agrícolas, além da recomposição vegetal, são oportunidades para seqüestrar carbono atmosférico e ao mesmo tempo, restauram outras propriedades ambientais (Lima, 2002).

Processos e práticas como o desmatamento, a erosão do solo, a queima de biomassa, o superpastoreio, mecanização do solo, a depleção dos solos, entre outros, afetam o balanço global do carbono. Em contraposição, as medidas como reflorestamento, regeneração natural da vegetação, plantio direto, plantio de culturas perenes extrativistas (seringueira, cacauzeiro, castanheira e fruticultura em geral), sistema agroflorestal, uso adequado de adubos químicos e orgânicos e pastagens bem manejadas recompõem o reservatório de carbono orgânico e restauram a capacidade dos solos como um sumidouro do carbono (Lima, 2002).

Neste contexto, as florestas surgem como uma fonte alternativa de energia, pois se trata de um recurso natural renovável, que pode contribuir decisivamente para reduzir os impactos ambientais do efeito estufa e de suas implicações nas mudanças climáticas (Sanquetta *et al.*, 2001).

2.6 Política global sobre o comércio do carbono

2.6.1 Convenções sobre as mudanças climáticas

A Convenção das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, criada em 1992 durante a conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, requer que todas as nações emissoras formulem e implementem programas para mitigar a mudança climática, levando-se em conta suas prioridades e desenvolvimento, objetivos e circunstâncias nacionais e regionais (Lima, 2002). A Convenção do Clima teve por meta propor ações para que os países do Anexo 1 do Protocolo de Kyoto (basicamente países industrializados) estabilizem as concentrações atmosféricas dos gases do efeito estufa - GEE (Rocha, 2002).

Durante as últimas Conferências das Partes (Kyoto-1997, Buenos Aires-1998, Bonn-1999, Haia-2000, Bonn-2001), foi dado ênfase à utilização de mecanismos de mercado, visando não somente a redução dos custos da mitigação do efeito estufa, assim como o estabelecimento do desenvolvimento sustentável em países subdesenvolvidos (Rocha, 2002).

Na terceira Conferência das Partes, realizada em Kyoto, Japão, em 1997, criou-se o Protocolo de Kyoto, um dos mais importantes instrumentos da política global sobre a mudança climática, visando a redução das emissões globais de gases do efeito estufa (Lima, 2002). No

Protocolo de Kyoto, encontram-se definidas as metas de redução da emissão de GEE aos países do Anexo B (países do Anexo 1 do Protocolo de Kyoto com compromisso de redução das emissões de GEE), além dos critérios e diretrizes para a utilização dos mecanismos de mercado (Lima, 2002).

Neste Protocolo ficou estabelecido que os países industrializados devem reduzir suas emissões em 5,2% abaixo dos níveis observados em 1990 entre 2008 e 2012. Para que esse Protocolo entre em vigor, é necessário que pelo menos 55 países, representando 55% das emissões dos GEE, ratifiquem-no (Rocha, 2002). Na sétima Conferência das Partes (COP-7), ocorrida em Marrakesh, Marrocos, foram definidas as condições políticas e técnicas do Protocolo de Kyoto (Lima, 2002).

2.6.2 Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)

Segundo Rocha (2002), cada tonelada de CO₂ que deixa de ser emitida, ou retirada da atmosfera por um país em desenvolvimento poderá ser negociada no mercado mundial, criando um novo atrativo para reduzir as emissões globais, no qual as empresas que não conseguirem, ou não desejarem reduzir suas emissões poderão comprar Certificados de Redução de Emissão (CRE).

A adoção de medidas para a redução ou seqüestro de carbono atmosférico por atividades agrícolas encontra oportunidades notáveis, estendendo-se a ações para a melhoria da qualidade ambiental, como o

aumento de áreas reflorestadas, a recuperação de áreas degradadas e a redução da emissão de gases poluentes (Lima, 2002).

2.6.3 Mercado futuro para o carbono

Um novo cenário está se formando, no qual o carbono através dos Certificados de Redução de Emissões (CREs), poderá se tornar uma *commodity* ambiental. Os instrumentos de crédito e/ou permissão são utilizados em alguns países com relativo sucesso, onde a redução, a estabilização e/ou eliminação de um determinado poluente pode ser alcançada através da comercialização de créditos de redução e/ou da permissão de emissão entre empresas poluidoras, permitindo maior flexibilidade no cumprimento de normas ambientais (Rocha, 2002).

Conforme Tietenberg *apud* Rocha (2002), normalmente os créditos são estabelecidos baseados em fluxos de poluentes (tonelada/ano), enquanto que as permissões baseiam-se em medidas discretas (tonelada). Assim os créditos estão associados a um direito contínuo de emissão, e as permissões, ao direito de emitir certa quantidade definida em determinado período.

O mercado de carbono ainda não está regulamentado, pois o Protocolo de Kyoto ainda não foi ratificado. Porém, várias empresas já estão em busca de créditos de carbono e, em vários países já existem mercados domésticos para a comercialização de CRE. O Brasil poderá assumir uma posição privilegiada junto aos países que buscam reverter o

processo de mudança do clima mundial, tanto no ponto de vista das reduções de emissões, evitando as queimadas, como em projetos de seqüestro de carbono como os reflorestamentos, sendo poucos os países que possuem esta potencialidade (Rocha, 2002).

3 MATERIAL E MÉTODO

3.1 Localização e descrição da área de estudo

O trabalho de pesquisa foi realizado na Fazenda Tupi, município de Nova Prata, localizada na região nordeste do Estado do Rio Grande do Sul. A floresta possui 780 ha de vegetação nativa, sendo que grande parte da área sofreu uma intensa exploração há pelo menos 20 anos. A partir de 1995, a Universidade Federal de Santa Maria vem desenvolvendo pesquisas na área e, desde 2001, faz parte do Programa Ecológico de Longa Duração (PELD). A sede da Fazenda situa-se nas coordenadas UTM 439.610 m de longitude e 6.824.583 m de latitude.

A unidade de relevo que ocorre na região é do tipo Planalto das Araucárias, estando o local situado na parte intermediária da Serra do Nordeste, com declividades médias que não ultrapassam 30% e altitude média de 780 m (Herrmann & Rosa, 1990).

O solo da região é medianamente profundo, moderadamente drenado, com textura argilosa e bastante ácido, sendo classificado como Cambissolo Húmico (Moser, 1990).

O clima, segundo Moreno (1961), é classificado por Köyppen como Cfb. Caracterizado como temperado, com temperaturas do mês mais quente inferior a 22° C e do mês mais frio entre -3° e 18°C. A

temperatura média anual é inferior a 18,5°C. A precipitação média anual oscila entre 1750 e 2000mm, regularmente distribuída em todo o ano.

A vegetação na região, segundo Leite & Klein (1990), é do tipo fitogeográfico Floresta Ombrófila Mista, com o domínio de *Myrtaceas*, *Lauraceas* e *Nectandras* nos estratos inferiores e araucárias no estrato superior.

Quanto à infra-estrutura local, a Fazenda Tupi situa-se a 10 km da sede do município de Nova Prata, possui serraria para uso próprio na manutenção da fazenda, energia elétrica, telefone, equipamentos básicos, etc.

3.2 Amostragem

Para alcançar os objetivos propostos, foram instaladas duas unidades amostrais de forma retangular com dimensões de 10 m de largura por 50 m de comprimento (superfície de 500 m²), totalizando 1000 m². Cada unidade amostral foi subdividida em 5 subunidades de 10 x 10m (100 m²).

No estudo, foram considerados os indivíduos arbustivos com altura superior a 50 cm e circunferência à altura do peito (CAP) menor que 30,0 cm. A biomassa foi quantificada por área amostrada, sendo que os indivíduos estão divididos em três categorias: plântulas, regeneração 1 e regeneração 2.

Próximo à área amostral, instalou-se uma barraca de lona, com o piso forrado, para evitar as perdas de materiais. Nesta barraca, foram feitas as separações das frações para posterior pesagem. Na realização das pesagens utilizou-se três tipos de balanças, com as capacidades de 300 kg e precisão centesimal, 40 kg e precisão de 5 g e de 3 kg e precisão de um grama.

Para a obtenção das alturas usou-se fita métrica, pois as árvores foram medidas após o corte. Para a medição do CAP e cubagem, utilizou-se trena de costureira para o estrato das plântulas e fita métrica metálica para a regeneração 1 e regeneração 2.

3.2.1 Classe de tamanho plântulas

A categoria plântulas compreendia indivíduos que apresentavam alturas superiores a 50 cm e CAP inferior a 3 cm. Nas sub-unidades amostrais de 10 x 10 m, foram demarcadas áreas de 3 x 3 m (9 m²), no lado inferior esquerdo, onde foram avaliados todos os indivíduos pertencentes a esta categoria.

Devido ao grande número de indivíduos, estes foram separados por espécie em cada subunidade amostral. Selecionou-se o indivíduo intermediário de cada grupo, para medição e avaliação das raízes. Posteriormente, contou-se os indivíduos de cada espécie para posteriores avaliações.

Em cada indivíduo selecionado, foram medidos a CAP (quando possível), a circunferência a 30cm, a altura total, a altura do 1º galho vivo e o diâmetro da copa, sendo também quantificados os pesos do fuste, galhos, folhas, miscelânea e raízes.

3.2.2 Classe de tamanho regeneração 1

Esta classe compreendia os indivíduos que apresentavam CAP igual ou superior a 3 cm e inferior a 15 cm. Nas subunidades amostrais de 10 x 10 m, foram demarcadas áreas de 5 x 5 m (25 m²), no lado inferior esquerdo, onde foram avaliados todos os indivíduos pertencentes a esta categoria.

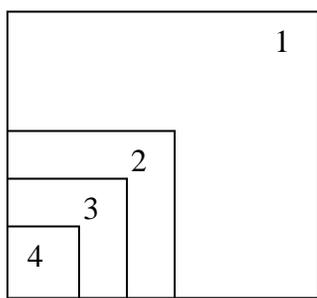
Em cada indivíduo, foram mensurados a CAP, a altura total, a altura do 1º galho vivo e o diâmetro da copa. Também foram quantificados os pesos do fuste, galhos, folhas, miscelânea, raízes finas e raízes grossas.

3.2.3 Classe de tamanho regeneração 2

A categoria regeneração 2 compreendia todos indivíduos que apresentavam CAP igual ou superior a 15 cm e inferior a 30 cm.

Em cada indivíduo, foram mensurados a CAP, a altura total, a altura do 1º galho vivo e o diâmetro da copa. Além disso, foram quantificados os pesos do fuste, galhos vivos, galhos mortos, folhas, miscelânea, casca, raízes finas e raízes grossas.

Na Figura 1 pode-se observar o croqui de uma subunidade com os diferentes tamanhos de áreas amostrais utilizadas para a avaliação da regeneração e da serapilheira.



- 1- área para a avaliação da regeneração 2 (10 x 10 m)
- 2- área para a avaliação da regeneração 1 (5 x 5 m)
- 3- área para a avaliação das plântulas e serrapilheira grossa (3 x 3 m)
- 4- área para avaliação da serapilheira fina (1 x 1 m)

FIGURA 1 – Croqui de uma subunidade com as diferentes áreas amostrais utilizadas

3.3 Distribuição de frequência

Cada estrato da regeneração foi subdividido em classes de altura para a análise da distribuição de frequência. A análise deste parâmetro serve para indicar as espécies mais abundantes da regeneração natural da floresta. As amplitudes das classes de altura foram determinadas em função das variações das alturas em cada estrato da regeneração.

3.4 Determinação da biomassa

A biomassa de cada indivíduo foi quantificada da seguinte maneira para as diferentes frações:

3.4.1 Determinação da biomassa do fuste

Os indivíduos de cada categoria foram abatidos, sendo o caule separado das demais partes e removidos os ramos e as folhas. Posteriormente, realizou-se a cubagem rigorosa de seu fuste pelo método de Smalian para cada indivíduo.

Na categoria plântulas, apenas a planta intermediária foi cubada, porém a pesagem do fuste foi feita em conjunto para todos os indivíduos de mesma espécie da subunidade amostral.

A serragem que se formou durante o processo de corte do tronco e traçamento das toras foi coletada e incorporada à pesagem, pois constitui parte importante da biomassa florestal. Todas as operações foram realizadas sobre lona plástica para evitar que se perdessem materiais.

3.4.2 Determinação da biomassa da casca

A análise da casca foi realizada separadamente do fuste somente para a categoria regeneração 2. Nas outras duas classes, de dimensões menores, esta prática não foi possível, pois, em muitos casos não se consegue separar o fuste da casca. A casca foi quantificada por amostragem através de discos retirados do fuste.

3.4.3 Determinação da biomassa dos galhos

Os galhos foram separados do caule para posterior retirada das folhas e outros componentes como frutos, flores e líquens. Após, foram amontoados para serem pesados.

Na regeneração 2, os galhos mortos foram separados dos vivos, pois a variação de biomassa e teor de carbono pode ser bastante considerável. Nas outras categorias, não se realizou essa divisão, pois a quantidade de galhos mortos foi inexpressiva ou inexistente. Na categoria plântulas, a pesagem dos galhos foi feita em conjunto para todos os indivíduos de mesma espécie da subunidade amostral.

3.4.4 Determinação da biomassa das folhas

As folhas foram separadas dos ramos e galhos para serem pesadas, sendo resgatado o material perdido durante o corte e desgalhamento, o qual foi incorporado à pesagem. Na categoria plântula, a pesagem das folhas foi feita por espécie em cada subunidade amostral.

3.4.5 Determinação da biomassa das raízes

Para a determinação da biomassa das raízes das plântulas, arrancou-se o indivíduo intermediário selecionado, o qual teve sua raiz pesada. O

valor foi extrapolado para os outros indivíduos pertencentes à mesma espécie dentro da subunidade amostral.

A avaliação da biomassa das raízes das regenerações 1 e 2 foi feita por classes, no qual selecionou-se um indivíduo de cada classe dentro de cada subunidade amostral para a realização das pesagens. Os valores encontrados foram utilizados para a determinação do peso das raízes das outras plantas dentro de cada classe.

As categorias utilizadas foram as seguintes:

Regeneração 1: apresentou duas classes. A primeira, com plantas que apresentaram CAP igual ou superior a 3 cm e inferior a 10 cm, e a segunda, com indivíduos com CAP igual ou superior a 10 cm e inferior a 15 cm.

Regeneração 2: apresentou três classes. A primeira com plantas que apresentavam CAP igual ou superior a 15 cm e inferior a 20 cm; a segunda, com indivíduos com CAP igual ou superior a 20 cm e inferior a 25 cm; e a terceira, com CAP igual ou superior a 25 e inferior a 30 cm.

Nestas duas categorias, as raízes foram divididas em raízes grossas (≥ 2 mm) e raízes finas (< 2 mm).

3.4.6 Determinação da biomassa de miscelânea

Toda a biomassa que não pôde ser enquadrada como fuste, galhos folhagens e raízes foi colocada em uma fração denominada miscelânea.

Incluem-se nesta fração: flores, frutos, líquens, entre outros. Esses materiais não foram separados, sendo pesados em conjunto.

Na regeneração 1 e nas plântulas, a miscelânea foi pesada em conjunto para todos os indivíduos da subunidade. Na regeneração 2, a miscelânea foi avaliada individualmente.

3.4.7 Determinação da biomassa da serapilheira fina

A serapilheira fina, também chamada de litter ou liteira, é a biomassa acumulada na manta florestal, que compreende folhas, galhos finos e outros materiais em decomposição. Foi coletada em uma área de 1 x 1m (1m²), a qual foi demarcada no lado inferior esquerdo da subunidade (Figura 1). Após, efetuou-se a pesagem do material, não sendo realizadas separações dos elementos da serapilheira.

3.4.8 Determinação da biomassa da serapilheira grossa

A biomassa da serapilheira grossa compreendeu os elementos que ainda não foram incorporados à serapilheira fina, como galhos e troncos caídos no solo.

A serapilheira grossa foi coletada em uma área de 3 x 3m (9m²), instalada no lado inferior esquerdo da subunidade. Não foram realizadas separações dos elementos, os quais foram analisados conjuntamente (Figura 1).

3.5 Determinação da biomassa seca e teor de carbono

As determinações da biomassa seca e do teor de carbono foram realizadas através de amostragem. As amostras foram retiradas misturando-se bem o material, com o objetivo de obter maior representatividade.

Retirou-se frações menores da biomassa verde (amostras), que foram pesadas no local. Em laboratório, foi feita a secagem do material em estufas com temperatura de 75 °C até atingir o peso constante. Após, realizou-se novamente a pesagem do material seco, obtendo-se a massa seca.

Para a determinação do carbono orgânico, as amostras foram moídas para posterior análise. As análises de carbono orgânico dos tecidos vegetais foram executadas de acordo com a metodologia proposta por Tedesco *et al.* (1995).

Em cada subunidade amostral de 100 m² elaborou-se 19 amostras, totalizando 190, sendo analisada uma amostra de cada fração em cada classe de tamanho, conforme a Tabela 1. A serapilheira grossa e a serapilheira fina foram analisadas conjuntamente, sendo que foi tomada uma amostra por subunidade amostral, totalizando 10 amostras.

TABELA 1 – Número de análises de carbono realizadas nas classes de tamanho

Frações	Plântula	RN 1	RN 2	Total
Fuste	10	10	10	30
Casca			10	10
Galhos	10	10		20
Galhos Vivos			10	10
Galhos Mortos			10	10
Folhas	10	10	10	30
Miscelânea	10	10	10	30
Raízes	10			10
Raízes Finas		10	10	20
Raízes Grossas		10	10	20
Total	50	60	80	190

Sendo: RN 1 = Regeneração natural 1 e RN 2 = Regeneração natural 2.

3.5.1 Amostragem do fuste

Plântulas: Utilizou-se uma amostra por espécie de cada subunidade. Esta foi retirada da porção média da altura total, com dimensão variando entre 10 e 15 cm, conforme o diâmetro da planta.

Regeneração 1: Retirou-se um disco por planta, com espessura de 5 a 15 cm na metade da altura total da planta. A espessura dos discos variou conforme o diâmetro da planta, sendo maior para os diâmetros menores.

Regeneração 2: Retirou-se um disco por planta, com espessura variando entre 5 e 10 cm na metade da altura total.

Conforme Schumacher *et al* (2002), para determinar o teor de carbono do fuste e casca, é suficiente retirar um disco com 5 cm de espessura a 50% da altura total da planta.

3.5.2 Amostragem das folhas

Plântula: Utilizou-se uma amostra por espécie de cada subunidade.

Regeneração 1 e 2: Retirou-se uma amostra por indivíduo abatido.

3.5.3 Amostragem dos galhos

Plântula: Utilizou-se uma amostra por espécie de cada subunidade.

Regeneração 1: Usou-se uma amostra de galhos por planta abatida.

Regeneração 2: Utilizou-se uma amostra de galhos vivos e uma amostra de galhos mortos por indivíduo abatido.

3.5.4 Amostragem das Raízes

Plântula: Retirou-se uma amostra da planta intermediária de cada espécie em cada subunidade amostral.

Regeneração 1 e 2: Foram utilizadas uma amostra de raízes grossas e uma amostra de raízes finas por planta representativa da classe de tamanho (ver item 3.4.5).

3.5.5 Amostragem da casca

Regeneração 2: Foi utilizada uma amostra por árvore. Retirou-se um disco de 10 – 15 cm na porção média da altura total.

3.5.6 Amostragem da miscelânea

Plântula e regeneração 1: Foi utilizada uma amostra por subunidade amostral.

Regeneração 2: Foi utilizada uma amostra da miscelânea por planta.

3.5.7 Amostragem da serapilheira

Para a quantificação da biomassa, usou-se uma amostra da serapilheira fina e uma da grossa por subunidade. Para a determinação do teor de carbono orgânico, a serapilheira fina e a grossa foram analisadas em conjunto, sendo uma amostra por subunidade.

3.6 Seleção de variáveis e construção das equações para estimar a biomassa úmida

Os pesos do fuste, galhos, galhos vivos, galhos mortos, folhas, casca, miscelânea, raízes, raízes finas e raízes grossas foram utilizados

como variáveis dependentes na construção de modelos para estimar a biomassa por frações nas classes de regeneração natural.

Para verificar as relações entre as variáveis de biomassa (peso úmido total, peso úmido do fuste, galhos, folhas, raízes finas, raízes grossas) e as variáveis dendrométricas (diâmetro do fuste e da copa, altura total e do primeiro galho vivo e volume), utilizou-se o Coeficiente de Correlação de Pearson e a análise gráfica.

Para a modelagem, ou a construção dos modelos, adotou-se o procedimento estatístico stepwise, no qual as variáveis independentes potenciais foram selecionadas para um nível de 5% de probabilidade.

Na verificação da adequacidade dos modelos, foram analisadas as estatísticas do coeficiente de determinação, o erro padrão da estimativa, valor de significância de F para o modelo, o valor de t para os coeficientes e distribuição dos resíduos.

Os resíduos foram plotados contra as variáveis independentes do modelo, de modo a fornecer informações sobre a adequacidade do mesmo em relação à variável, bem como a possível variação da magnitude da variância do erro em relação a cada variável.

As variáveis dendrométricas, altura total, altura do 1º galho vivo e diâmetro da copa, foram usadas em metro, o DAP em centímetro e o volume em m³. Os valores obtidos com as equações para a biomassa úmida e a biomassa seca foram obtidos em gramas.

3.7 Seleção de variáveis e construção das equações para estimar a biomassa seca

O peso da biomassa úmida foi utilizado como variável independente para construir um modelo de quantificação da biomassa seca por frações das classes de regeneração natural.

Para a modelagem, ou a construção dos modelos, adotou-se o procedimento estatístico stepwise, no qual as variáveis independentes, representadas pelo peso úmido em sua forma linear e quadrática, foram selecionadas para um nível de 5% de probabilidade.

Na verificação da adequacidade dos modelos, foram analisadas as estatísticas do coeficiente de determinação, erro padrão da estimativa e análise gráfica dos resíduos.

3.8 Validação das equações

Para verificar se os valores observados diferiram significativamente dos valores estimados, utilizou-se o teste do χ^2 (qui-quadrado), que mede a discrepância existente entre os valores observados e estimados da seguinte forma:

$$\chi^2 = \sum \frac{(O - E)^2}{E}$$

Sendo: O = valores observados; E = valores estimados.

Assim, se o valor calculado for menor que o tabelado conclui-se que as diferenças não são significativas, ou seja, que as diferenças entre os valores estimados e observados são mínimas, portanto, foram bem ajustadas.

3.9 Estimativa do carbono orgânico

Para estimar o carbono orgânico, utilizou-se os teores médios encontrados nas análises das amostras de cada fração das três classes de tamanho. Os teores médios foram utilizados como fatores de multiplicação para a estimativa do carbono, ou seja, para a determinação do peso do carbono orgânico, os teores médios foram multiplicados pelos pesos secos de cada fração em cada classe de tamanho.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise da vegetação

4.1.1 Composição florística da regeneração natural

Na análise da composição florística da regeneração natural foram encontradas 64 espécies pertencentes a 47 gêneros e 25 famílias, além de cipós não identificados.

A família mais representativa foi a *Myrtaceae* com 19 espécies, sendo uma característica das florestas do Estado, conforme resultados obtidos no Inventário Florestal Contínuo do RS. Seguida pela *Sapindaceae*, com 5 espécies; *Solanaceae* e *Lauraceae*, com 4; *Aquifoliaceae*, *Flacourtiaceae* e *Mimosaceae*, com 3; e *Asteraceae*, *Celastraceae*, *Elaeocarpaceae*, *Meliaceae* e *Myrsinaceae* com 2 espécies. As outras 13 famílias (*Acanthaceae*, *Annonaceae*, *Araucarceae*, *Bignoniaceae*, *Euphorbiaceae*, *Melostomataceae*, *Piperaceae*, *Rosaceae*, *Rubiaceae*, *Rutaceae*, *Simaroubaceae*, *Styracaceae* e *Tiliaceae*) apresentaram 1 espécie apenas.

A Tabela 2 apresenta a relação de espécies encontradas em cada classe de regeneração natural, bem como o nome vulgar de cada uma e a família correspondente. No Anexo 1 encontram-se a lista com os nomes científicos completos.

TABELA 2 – Espécies encontradas nas diferentes classes de tamanho da regeneração natural em uma Floresta Ombrófila Mista, Nova Prata, RS

Nº	Nome Científico	Nome vulgar	Família	Classe		
				P	RN 1	RN 2
1	<i>Acacia bonariensis</i>	Unha de gato	<i>Mimosaceae</i>	x	x	
2	<i>Acca sellowiana</i>	Goiabeira-da-serra	<i>Myrtaceae</i>	x		
3	<i>Allophylus edulis</i>	Chal-chal	<i>Sapindaceae</i>	x	x	x
4	<i>Allophylus guaraniticus</i>	Vacum	<i>Sapindaceae</i>	x	x	
5	<i>Araucaria angustifolia</i>	Pinheiro-brasileiro	<i>Araucaraceae</i>		x	x
6	<i>Banara tomentosa</i>	Guaçatunga-branca	<i>Flacourtiaceae</i>	x	x	
7	<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	Murta	<i>Myrtaceae</i>	x	x	x
8	<i>Brulfelsia uniflora</i>	Primavera	<i>Solanaceae</i>		x	
9	<i>Calyptranthes concinna</i>	Guamirim-facho	<i>Myrtaceae</i>			x
10	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	Guabirola	<i>Myrtaceae</i>	x	x	x
11	<i>Casearia decandra</i>	Guaçatunga	<i>Flacourtiaceae</i>	x	x	x
12	<i>Cedrela fissilis</i>	Cedro	<i>Meliaceae</i>	x	x	
13	<i>Cipó Ni</i>	Cipó		x		
14	<i>Cryptocarya aschersoniana</i>	Canela-vick	<i>Lauraceae</i>	x	x	
15	<i>Cupania vernalis</i>	Camboatá-vermelho	<i>Sapindaceae</i>	x	x	x
16	<i>Dasyphyllum spinescens</i>	Açucara	<i>Asteraceae</i>		x	x
17	<i>Diatenopteryx sorbifolia</i>	Maria-preta	<i>Sapindaceae</i>	x	x	
18	<i>Eugenia involucrata</i>	Cerejeira-do-mato	<i>Myrtaceae</i>	x	x	
19	<i>Eugenia psidiiflora</i>	Guamirim	<i>Myrtaceae</i>		x	
20	<i>Eugenia pyriformis</i>	Uvalha	<i>Myrtaceae</i>	x	x	
21	<i>Eugenia uniflora</i>	Pitangueira	<i>Myrtaceae</i>	x	x	x
22	<i>Eugenia uruguayensis</i>	Batinga-vermelha	<i>Myrtaceae</i>	x		x
23	<i>Higrophylla verticilata</i>	Igrofila	<i>Acanthaceae</i>	x		
24	<i>Ilex brevicuspis</i>	Caúna-da-serra	<i>Aquifoliaceae</i>	x	x	
25	<i>Ilex dumosa</i>	Congonha	<i>Aquifoliaceae</i>	x		
26	<i>Ilex paraguariensis</i>	Erva-mate	<i>Aquifoliaceae</i>	x	x	
27	<i>Luehea divaricata</i>	Açoita-cavalo	<i>Tiliaceae</i>		x	
28	<i>Macfadyena unguiscati</i>	Cipó-unha-de-gato	<i>Bignoniaceae</i>		x	
29	<i>Matayba elaeagnoides</i>	Camboatá-branco	<i>Sapindaceae</i>	x	x	x
30	<i>Maytenus dasyclados</i>	Coração-de-bugre	<i>Celastraceae</i>	x	x	
31	<i>Myrceugenia cucullata</i>	Guamirim-quebradiço	<i>Myrtaceae</i>	x	x	x
32	<i>Myrceugenia glaucescens</i>	Guamirim	<i>Myrtaceae</i>			x

Continua

TABELA 2 – continuação

Nº	Nome Científico	Nome vulgar	Família	Classe		
				P	RN 1	RN 2
33	<i>Myrceugenia miersiana</i>	Guamirim-piloso	<i>Myrtaceae</i>	x	x	x
34	<i>Myrcia obtecta</i>	Guamirim-branco	<i>Myrtaceae</i>	x		
35	<i>Myrcianthes gigantea</i>	Araçá-do-mato	<i>Myrtaceae</i>	x		
36	<i>Myrcianthes pungens</i>	Guabijú	<i>Myrtaceae</i>	x		
37	<i>Myrciaria delicatula</i>	Camboim	<i>Myrtaceae</i>	x		
38	<i>Myrciaria tenella</i>	Comboinzinho	<i>Myrtaceae</i>	x	x	x
39	<i>Myrrhinium atropurpureum</i>	Murtinho	<i>Myrtaceae</i>	x		
40	<i>Myrsine laetevirens</i>	Capororoca	<i>Myrsinaceae</i>	x		
41	<i>Myrsine umbellata</i>	Capororocão	<i>Myrsinaceae</i>	x		
42	<i>Nectandra lanceolata</i>	Canela-amarela	<i>Lauraceae</i>			x
43	<i>Nectandra megapotamica</i>	Canela-preta	<i>Lauraceae</i>	x	x	
44	<i>Ocotea puberula</i>	Canela-guaicá	<i>Lauraceae</i>			x
45	<i>Ocotea pulchella</i>	Canela-lageana	<i>Mimosaceae</i>	x	x	
46	<i>Parapiptadenia rigida</i>	Angico-vermelho	<i>Mimosaceae</i>	x		
47	<i>Picramnia parvifolia</i>	Pau-amargo	<i>Simaroubaceae</i>	x		
48	<i>Piper amalago</i>	Pariparoba	<i>Piperaceae</i>	x		
49	<i>Prunus myrtifolia</i>	Pessegueiro-do-mato	<i>Rosaceae</i>	x	x	
50	<i>Rollinia rugulosa</i>	Araticum-quaresma	<i>Annonaceae</i>	x	x	x
51	<i>Rudgea parquioides</i>	Jasmim-do-mato	<i>Rubiaceae</i>	x	x	
52	<i>Schaefferia argentinensis</i>	Falsa-coronilha	<i>Celastraceae</i>	x	x	
53	<i>Sebastiania brasiliensis</i>	Branquilha-leiteiro	<i>Euphorbiaceae</i>	x	x	x
54	<i>Siphoneugena reitzii</i>	Camboim-de-reitz	<i>Myrtaceae</i>	x	x	x
55	<i>Sloanea monosperma</i>	Sapopema-carrapicho	<i>Elaeocarpaceae</i>	x		
56	<i>Sloanea</i> sp.	Sapopema	<i>Elaeocarpaceae</i>		x	x
57	<i>Solanum mauritianum</i>	Fumo-bravo	<i>Solanaceae</i>	x	x	x
58	<i>Solanum sanctae-catharinae</i>	Joá-manso	<i>Solanaceae</i>	x		
59	<i>Solanum</i> sp.	Fuminho	<i>Solanaceae</i>		x	
60	<i>Styrax leprosus</i>	Carne-de-vaca	<i>Styracaceae</i>		x	x
61	<i>Tibouchina</i> sp.	Quaresmeira	<i>Melastomataceae</i>	x	x	
62	<i>Trichilia elegans</i>	Catiguá-de-ervilha	<i>Meliaceae</i>	x	x	
63	<i>Vernonia discolor</i>	Vassourão-preto	<i>Asteraceae</i>		x	
64	<i>Xylosma pseudosalzmannii</i>	Espinho-judeu	<i>Flacourtiaceae</i>	x		
65	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	Mamica-de-cadela	<i>Rutaceae</i>	x		x

Onde: P = plântula; RN1 = regeneração natural 1; RN2 = regeneração natural 2.

Observando a Tabela 2, verifica-se que, das 66 espécies catalogadas na regeneração natural da floresta em estudo, apenas 13 se encontram nos três estratos. Há espécies que se encontram em 2 ou apenas 1 estrato, podendo esse comportamento ser decorrente da maior ou menor produção de sementes em cada ciclo, ou ainda pela influência de fatores como a luminosidade, a temperatura e a umidade que atuam diretamente na germinação e desenvolvimento inicial dos indivíduos. E, há espécies, que por suas características que só estarão presentes na classe de tamanho plântulas.

4.1.1.1 Classe de tamanho plântulas

Na análise da composição florística das plântulas foram encontradas 50 espécies pertencentes a 39 gêneros e 20 famílias, além de cipós não identificados.

A família *Myrtaceae* foi a mais representativa, com 18 espécies; seguida por *Sapindaceae*, com 5 espécies; *Aquifoliaceae*, *Flacourtiaceae* e *Lauraceae* com 3; e *Celastraceae*, *Meliaceae* e *Solanaceae* com 2 espécies. As outras famílias (*Acanthaceae*, *Annonaceae*, *Elaeocarpaceae*, *Euphorbiaceae*, *Fabaceae*, *Melostomataceae*, *Mimosaceae*, *Piperaceae*, *Rosaceae*, *Rubiaceae*, *Rutaceae* e *Simaroubaceae*) apresentaram 1 espécie apenas.

4.1.1.2 Classe de tamanho regeneração 1

Analisando-se a composição florística da classe de tamanho regeneração 1, foram encontradas 43 espécies pertencentes a 35 gêneros e 20 famílias.

A família *Myrtaceae* foi a mais representativa, com 10 espécies; seguida por *Sapindaceae*, com 5; *Solanaceae* e *Lauraceae*, com 3; e *Aquifoliaceae*, *Asteraceae*, *Celastraceae*, *Flacourtiaceae* e *Meliaceae*, com 2 espécies. As outras famílias (*Annonaceae*, *Araucariaceae*, *Bignoniaceae*, *Elaeocarpaceae*, *Euphorbiaceae*, *Fabaceae*, *Melastomataceae*, *Rosaceae*, *Rubiaceae*, *Styracaceae* e *Tiliaceae*) apresentaram 1 espécie apenas.

4.1.1.3 Classe de tamanho regeneração 2

Foram encontradas 24 espécies pertencentes a 21 gêneros e 12 famílias. A família *Myrtaceae* foi a mais representativa, com 7 espécies; seguida por *Sapindaceae*, com 3 e *Lauraceae*, com 2 espécies. As outras famílias (*Annonaceae*, *Araucariaceae*, *Asteraceae*, *Elaeocarpaceae*, *Euphorbiaceae*, *Flacourtiaceae*, *Rutaceae*, *Solanaceae* e *Styracaceae*) apresentaram 1 espécie apenas.

4.1.2 Parâmetros dendrométricos

4.1.2.1 Classe de tamanho plântulas

O diâmetro médio a 30 cm de altura foi 0,75 cm; sendo o diâmetro mínimo de 0,30 cm, e o máximo de 2,1 cm. A altura média foi 1,10 m; a altura mínima foi 0,53 m e o indivíduo mais alto apresentou 3,20 m.

O número médio de plântulas, considerando todos os indivíduos com 0,50 m ou mais de altura e que a 1,30 m não apresentaram 3 cm de CAP, foi estimado em 36.556 plântulas/ha.

4.1.2.2 Classe de tamanho regeneração 1

O DAP médio foi de 1,95 cm, com um mínimo de 0,95 cm e máximo de 4,74 cm. A altura média foi de 3,21 m, com um mínimo de 1,33 m e máximo de 7,30 m.

O número médio de plantas, considerando todos os indivíduos que apresentaram CAP igual ou superior a 3 cm e inferior a 15 cm, foi estimado em 6.200 plantas/ha.

4.1.2.3 Classe de tamanho regeneração 2

O DAP médio foi de 6,25 cm, com um mínimo de 4,77 cm e máximo de 9,20 cm. A altura média foi de 7,46 m, sendo a mínima de 3,40 m e a máxima de 12,18 m.

O número médio de plantas, considerando todos os indivíduos que apresentaram CAP igual ou superior a 15 cm e inferior a 30 cm, foi estimado em 570 plantas/ha.

4.1.3 Distribuição de Frequência

4.1.3.1 Classe de tamanho plântulas

A distribuição do número de indivíduos por classes de altura no estrato plântulas está relacionada de forma resumida na Tabela 3.

Dos 36.556 indivíduos por hectare encontrados no estrato das plântulas, 27.223,7 (74,47%) apresentaram alturas entre 0,53m e 1,40m; 9.111,1 (24,92%), entre 1,40 e 2,30 m; e 222,2 (0,61%), entre 2,30 e 3,20 m.

As 12 espécies relacionadas na Tabela 3 foram as mais abundantes do estrato plântulas, contribuindo com 23.778 indivíduos por hectare, o que representa 65,05% do número total de árvores do estrato. As demais 38 espécies, com 12.778 indivíduos por hectare, contribuíram com

34,95% dos indivíduos. A distribuição de frequência total para a classe de tamanho plântula, encontra-se no Anexo 2.

TABELA 3 – Distribuição de frequência para a classe de tamanho plântulas

Classes de Altura Espécie	< 1,40 m		1,40 - 2,30 m		> 2,30 m		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%
<i>Allophylus edulis</i>	3.888,9	14,29	0,0	0,00	0,0	0,00	3.888,9	10,64
<i>Nectandra megapotamica</i>	2.222,2	8,16	888,9	9,76	0,0	0,00	3.111,1	8,51
<i>Myrceugenia cucullata</i>	1.122,2	4,12	1.111,1	12,20	0,0	0,00	2.333,3	6,38
<i>Higrophylla verticilata</i>	2.222,2	8,16	0,0	0,00	0,0	0,00	2.222,2	6,08
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	1.556,0	5,71	333,3	3,66	0,0	0,00	1.889,3	5,17
<i>Myrcianthes gigantea</i>	1.666,7	6,12	111,1	1,22	0,0	0,00	1.777,8	4,86
<i>Casearia decandra</i>	444,4	1,63	1.111,1	12,20	0,0	0,00	1.555,6	4,26
<i>Parapiptadenia rigida</i>	1.000,0	3,67	555,6	6,10	0,0	0,00	1.555,6	4,26
<i>Allophylus guaraniticus</i>	888,9	3,27	555,6	6,10	0,0	0,00	1.444,4	3,95
<i>Rudgea jasminoides</i>	777,8	2,86	555,6	6,10	0,0	0,00	1.333,3	3,65
<i>Maytenus dasyclados</i>	1.111,1	4,08	222,2	2,44	0,0	0,00	1.333,3	3,65
<i>Myrciaria tenella</i>	1.000,0	3,67	333,3	3,66	0,0	0,00	1.333,3	3,65
Sub total	17.901,4	65,76	5.777,8	63,41	0,0	0,00	23.778,2	65,05
Restantes (38 espécies)	9.322,3	34,24	3.333,3	36,59	222,2	100,00	12.777,8	34,95
Total	27.223,7	100,00	9111,1	100,00	222,2	100,00	36.556,0	100,00

4.1.3.2 Classe de tamanho regeneração 1

A distribuição do número de indivíduos por classes de altura no estrato regeneração 1 (CAP entre 3 e 15 cm) está relacionada de forma resumida na Tabela 4.

Dos 6.200 indivíduos por hectare encontrados na classe de tamanho regeneração 1, 3.960 (63,40%) apresentavam alturas entre 1,33 e 3,40 m; 1.800 (29,41%), entre 3,30 e 5,30 m; e 440 (7,19%), entre 5,30 e 7,30 m.

As 13 espécies relacionadas na Tabela 4 foram as mais abundantes do estrato regeneração 1, contribuindo com 4.240 indivíduos por hectare, o que representa 69,28% do número de indivíduos. As demais 20 espécies, com 1.960 indivíduos por hectare, contribuíram com 30,72% dos indivíduos. A distribuição de frequência total para a classe de tamanho regeneração 1 encontra-se no Anexo 3.

TABELA 4 – Distribuição de frequência para a classe de tamanho regeneração 1

Classes de altura	< 3,30 m		3,30 - 5,30 m		> 7,30 m		Total	
Espécie	N	%	N	%	N	%	N	%
<i>Myrceugenia miersiana</i>	320,0	8,08	360,0	20,00	120,0	27,27	800,0	12,90
<i>Myrceugenia cucullata</i>	400,0	10,10	200,0	11,11	40,0	9,09	640,0	10,32
<i>Brulfelsia uniflora</i>	320,0	8,08	200,0	11,11	0,0	0,00	520,0	8,39
<i>Myrciaria tenella</i>	200,0	5,05	120,0	6,67	40,0	9,09	360,0	5,81
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	280,0	7,07	80,0	4,44	0,0	0,00	360,0	5,81
<i>Trichilia elegans</i>	320,0	8,08	0,0	0,00	0,0	0,00	320,0	5,16
<i>Casearia decandra</i>	200,0	5,05	80,0	4,44	0,0	0,00	280,0	4,52
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	160,0	4,04	0,0	0,00	0,0	0,00	160,0	2,58
<i>Cedrela fissilis</i>	160,0	4,04	0,0	0,00	0,0	0,00	160,0	2,58
<i>Ilex brevicuspis</i>	80,0	2,02	80,0	4,44	0,0	0,00	160,0	2,58
<i>Nectandra megapotamica</i>	120,0	3,03	40,0	2,22	0,0	0,00	160,0	2,58
<i>Styrax leprosus</i>	80,0	2,02	0,0	0,00	80,0	18,18	160,0	2,58
<i>Tibouchina</i> sp.	120,0	3,03	40,0	2,22	0,0	0,00	160,0	2,58
Sub total	2.760,0	69,70	1.200,0	66,67	280,0	63,64	4.240,0	69,28
Restantes (20 espécies)	1.120,0	30,30	600,0	33,33	160,0	36,36	1.880,0	30,72
Total	3.880,0	100,00	1.800,0	100,00	440,0	100,00	6.120,0	100,00

4.1.3.3 Classe de tamanho regeneração 2

A distribuição do número de indivíduos por classes de altura das espécies amostradas no estrato regeneração 2 (CAP entre 15 e 30 cm) está relacionada de forma resumida na Tabela 5.

Dos 570 indivíduos por hectare encontrados na classe de tamanho regeneração 2, 180 (31,58%) apresentavam alturas entre 3,40 e 6,30 m; 290 (50,88%), entre 6,30 e 9,30 m; e 100 (17,54%), entre 9,30 e 12,18 m.

TABELA 5 – Distribuição de freqüência para a classe de tamanho regeneração 2

Classe de altura Espécie	< 6,30 m		6,30 - 9,30 m		> 9,30 m		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%
<i>Styrax leprosus</i>	20,0	11,11	60,0	20,69	0,0	0,00	80,0	14,04
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	60,0	33,33	10,0	3,45	0,0	0,00	70,0	12,28
<i>Matayba elaeagnoides</i>	10,0	5,56	30,0	10,34	10,0	2,27	50,0	8,77
<i>Myrceugenia miersiana</i>	20,0	11,11	20,0	6,90	0,0	0,00	40,0	7,02
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	0,0	0,00	30,0	10,34	0,0	0,00	30,0	5,26
<i>Myrciaria tenella</i>	0,0	0,00	10,0	3,45	20,0	4,55	30,0	5,26
<i>Sloanea sp.</i>	20,0	11,11	10,0	3,45	0,0	0,00	30,0	5,26
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	0,0	0,00	10,0	3,45	20,0	4,55	30,0	5,26
<i>Allophylus edulis</i>	10,0	5,56	10,0	3,45	0,0	0,00	20,0	3,51
<i>Cupania vernalis</i>	0,0	0,00	10,0	3,45	10,0	2,27	20,0	3,51
<i>Dasyphyllum spinescens</i>	10,0	5,56	10,0	3,45	0,0	0,00	20,0	3,51
<i>Nectandra lanceolata</i>	0,0	0,00	20,0	6,90	0,0	0,00	20,0	3,51
<i>Rollinia rugulosa</i>	10,0	5,56	10,0	3,45	0,0	0,00	20,0	3,51
Sub total	160,0	88,89	240,0	82,76	60,0	13,64	460,0	80,70
Restantes (11 espécies)	20,0	11,11	50,0	17,24	40,0	9,09	110,0	19,30
Total	180,0	100,00	290,0	100,00	100,0	22,73	570,0	100,00

As 13 espécies relacionadas na Tabela 5 foram as mais abundantes do estrato regeneração 2, contribuindo com 460 indivíduos por hectare, o

que representa 80,70% do número de indivíduos no estrato. As demais 11 espécies, com 110 indivíduos por hectare, contribuíram com 19,30% dos indivíduos. A distribuição de frequência total para a classe de tamanho regeneração 1 encontra-se no Anexo 3.

4.2 Quantificação da Biomassa

4.2.1 Classe de tamanho plântulas

As quantidades de biomassa verde para a classe de tamanho plântulas foram 42% para o fuste, 25% para as raízes, 15% para os galhos, 14% para as folhas e de 4% para a miscelânea (Figura 2).

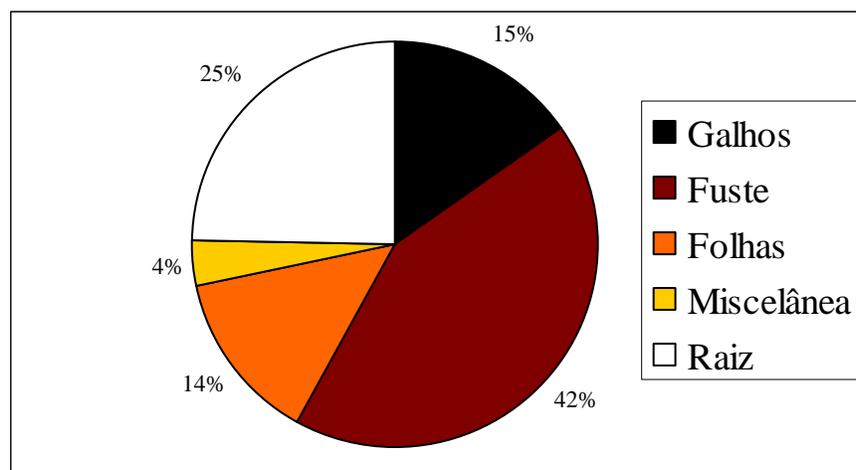


FIGURA 2 – Participação percentual das partes componentes da biomassa das plântulas em relação a sua biomassa verde total

4.2.2 Classe de tamanho regeneração 1

Para a classe de regeneração 1, a quantidade de biomassa verde foi distribuída em: 46% para o fuste, 21% para os galhos, 20% para as raízes grossas, 7% para as folhas, 3% para a miscelânea e 3% para as raízes finas (Figura 3).

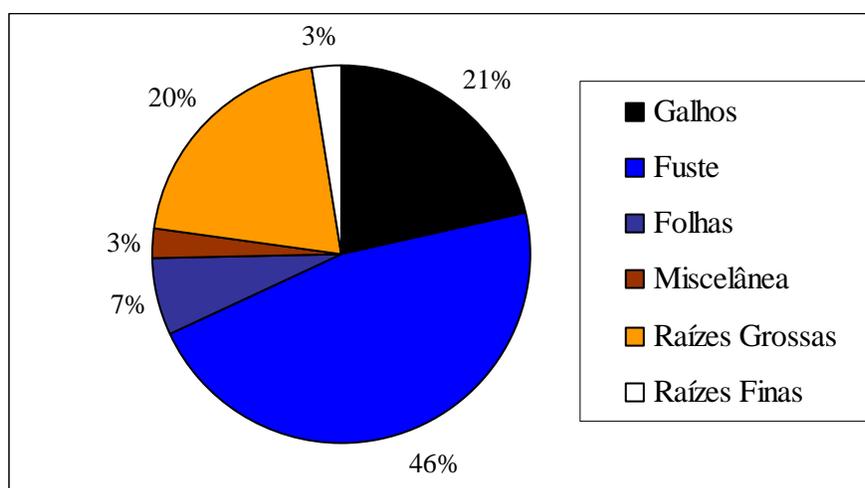


FIGURA 3 – Participação percentual das partes componentes da biomassa da regeneração 1 em relação a sua biomassa verde total

4.2.3 Classe de tamanho regeneração 2

As quantidades de biomassa verde para a classe de tamanho regeneração 2 foram distribuídas em 48% para o fuste sem casca, 22% para os galhos vivos, 14% para as raízes grossas, 9% para a casca, 4% para as folhas, 1% para os galhos mortos, 1% para a miscelânea e 1% para as raízes finas (Figura 4).

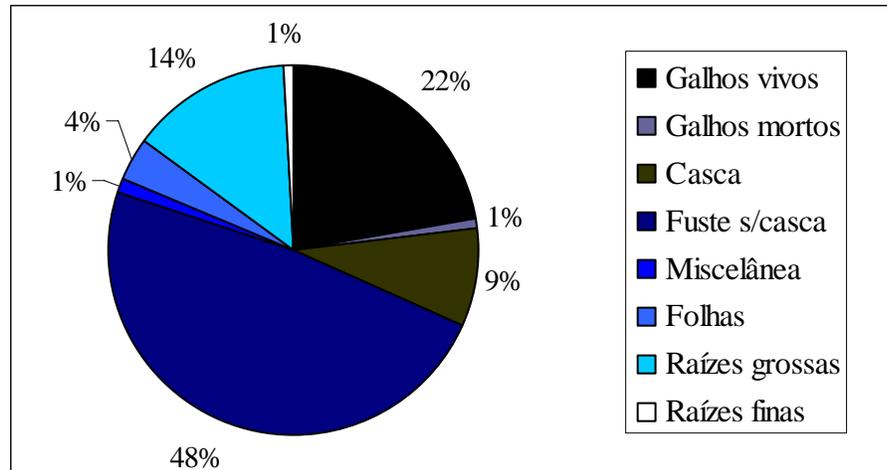


FIGURA 4 – Participação percentual das partes componentes da biomassa da Regeneração 2 em relação a sua biomassa verde total

Observa-se, nas Figuras 2, 3 e 4, que, nas três classes de tamanho, a maior porção de biomassa encontra-se no fuste (42% nas plântulas, 46% na regeneração 1 e 57 % na regeneração 2). Sanquetta *et al.* (2001), ao avaliar em árvores de *Araucaria angustifolia*, também observaram maior concentração de biomassa no fuste, obtendo a proporção de 54,22% de biomassa no fuste; 8,76% para as folhas; 17,66% para os galhos vivos; 1,62% para os galhos mortos; e 17,74% para a casca, considerando somente a biomassa aérea. Também Higuchi & Carvalho (1994) e Higuchi *et al.*(1998) encontraram, em floresta tropical úmida, grandes concentrações de biomassa no fuste com 65% e 65,6%, percentuais bem superiores ao observado neste estudo, por se tratar de estrato arbóreo. Com isso, pode-se observar que, com o crescimento da árvore aumenta a

concentração de biomassa no fuste. Nos galhos, observa-se o mesmo comportamento, com o crescimento da árvore, aumenta sua concentração de biomassa.

A maior porcentagem de biomassa das folhas foi observada na classe de tamanho plântulas, com 14%, seguida pela regeneração 1, com 7%, e pela regeneração 2, com apenas 4%. Devido a isso, pode-se concluir que, com o crescimento da planta, a biomassa concentrada nas folhas se torna menos expressiva em relação ao volume total da biomassa verde. Essa redução pode ser assim justificada: no desenvolvimento inicial de uma floresta, grande parte dos carboidratos são direcionados para a produção de biomassa da copa; posteriormente, quando as copas começam a competir entre si, a produção relativa do tronco aumenta e as das folhas diminuem gradativamente (Otto,1994). Além disso, observa-se também que, com o crescimento da planta, as quantidades relativas de miscelânea vão diminuindo.

Em um ecossistema florestal, existe uma grande dinâmica na produção de biomassa, ou seja, à medida que a floresta vai se desenvolvendo, ocorre uma gradual redução da biomassa da copa das árvores e, simultaneamente, um aumento na produção nos componentes madeira e casca, podendo os troncos das árvores representarem em média mais de 80% da biomassa aérea em uma floresta madura (Schumacher & Hoppe, 1997).

Em relação à serapilheira acumulada no solo, neste estudo, foram encontradas as proporções de 54% para a serapilheira fina e 46% para a serapilheira grossa.

4.2.4 Participação das classes de tamanho em relação à biomassa total da regeneração

A Figura 5 mostra as contribuições de biomassa das classes de regeneração em relação à biomassa total, não considerando a serapilheira.

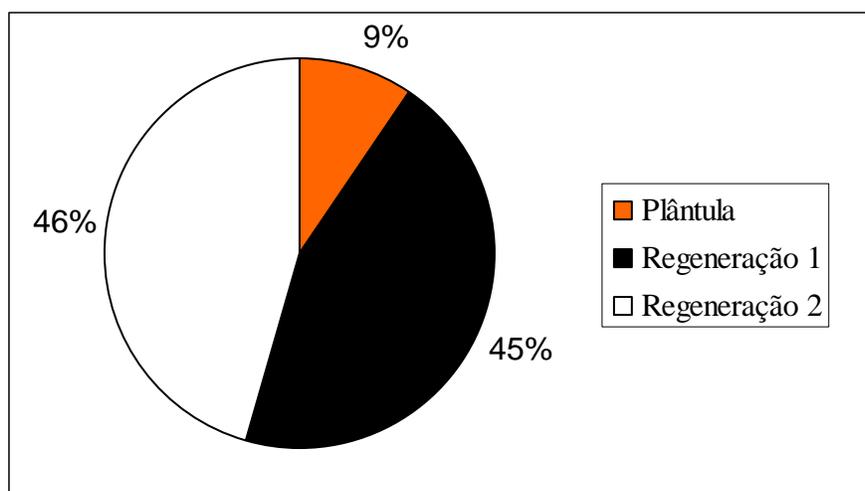


FIGURA 5 – Participação percentual das classes de tamanho plântulas, regeneração 1 e regeneração 2 em relação à biomassa total

Observa-se que a regeneração 2 e a regeneração 1 acumulam praticamente a mesma quantidade de biomassa, 46% e 45%, respectivamente. Apesar dos indivíduos da regeneração 2 apresentarem maior volume, a regeneração 1 apresenta um número bem maior de

plantas por hectare. As plântulas são responsáveis por apenas 9% da biomassa total da regeneração natural. Apesar de possuírem um número de indivíduos bastante superior, as plântulas apresentam uma quantidade de biomassa 5,1 vezes inferior à regeneração 2 e 5,0 vezes inferior à regeneração 1. O total de biomassa da regeneração natural foi de 31.629,600 kg/ha, sem considerar a serapilheira.

A Tabela 6 mostra as diferentes contribuições da regeneração, considerando as serapilheiras fina e grossa em relação à biomassa quantificada na floresta em estudo.

TABELA 6 – Contribuições das classes de regeneração e serrapilheira em relação à biomassa quantificada

	Biomassa (kg/ha)	Contribuição (%)
Plântula	2.971,94	5,31
Regeneração 1	14.230,85	25,46
Regeneração 2	14.426,81	25,82
Serrapilheira fina	13.175,00	23,57
Serrapilheira grossa	11.081,11	19,83
Total	55.885,71	100

O total de biomassa úmida por hectare é 55.885,71 kg, considerando-se a regeneração e a serapilheira. A grande proporção de biomassa da serapilheira fina e da serapilheira grossa em relação às outras frações da biomassa se deve ao fato de que a análise da serapilheira incluiu a contribuição do estrato arbóreo. Portanto, as quantidades de serapilheira se referem à floresta como um todo e não somente às classes de regeneração.

A área de floresta da fazenda em estudo apresenta 24.671,088 toneladas de biomassa na regeneração natural e 18.919,766 toneladas na serapilheira (na área de 780 ha de floresta).

4.3 Quantificação do carbono orgânico

4.3.1 Contribuição de carbono orgânico em cada classe de tamanho

Na classe de tamanho plântulas, o fuste contribuiu com 42% do carbono orgânico estocado, as raízes com 25%, os galhos com 17%, as folhas com 12% e a miscelânea com 4%. Na classe de tamanho regeneração 1, a porção do fuste contribuiu com 47%, os galhos com 24%, as raízes com 20% (18% raízes grossas e 2% raízes finas), as folhas com 6% e a miscelânea com 3% do carbono estocado.

Na classe de tamanho regeneração 2, 59% do carbono estocado está no fuste (9% na casca), 23% nos galhos (22% galhos vivos e 1% galhos mortos), 14% nas raízes (13% raízes grossas e 1% raízes finas), 3% nas folhas e 1% na miscelânea. Na Figura 6, pode-se observar a porcentagem do carbono que cada fração contribuiu nas diferentes classes de tamanho.

Watzlawick *et al.*(2002), em relação ao carbono estocado em regeneração natural e na floresta ombrófila mista Montana, encontraram valores semelhantes, sendo que, em média, o fuste com casca contribuiu com 53% do carbono orgânico, os galhos com 44%, as folhas com 4% e a miscelânea com 1%.

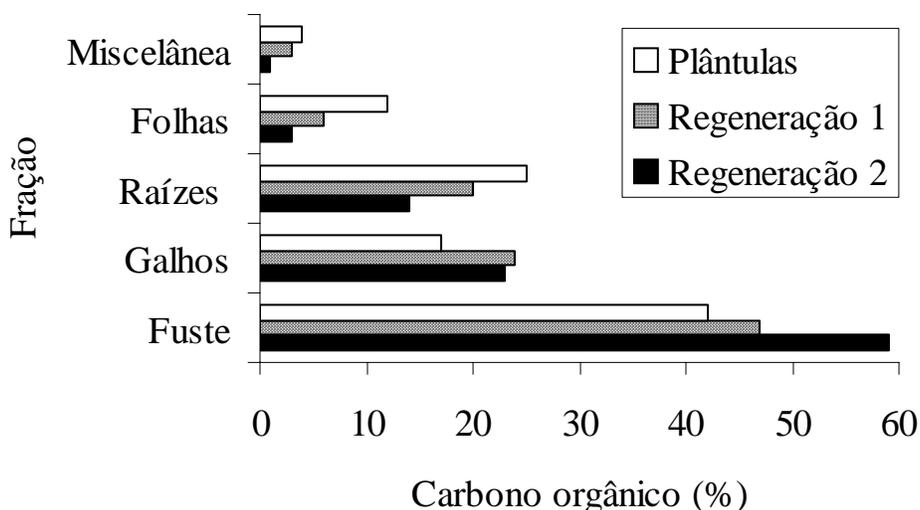


FIGURA 6 – Porcentagem de contribuição do carbono nas diferentes frações em cada classe de tamanho

4.3.2 Participação das classes de regeneração natural e das frações em relação ao carbono orgânico total

Em relação ao carbono total da regeneração natural, a regeneração 2 contribuiu com 46,61% do carbono orgânico estocado, a regeneração 1 com 44,41% e as plântulas com 8,98%. Na Figura 7, pode-se observar a contribuição de cada fração na estocagem de carbono.

O total de carbono orgânico estocado na regeneração natural da floresta em estudo é de 7.517,869 kg/ha, sem considerar a serapilheira, sendo que a fração do fuste contribuiu com 52,43% do carbono orgânico estocado, os galhos com 22,66%, as raízes com 17,39%, as folhas com 5,27% e a miscelânea com 2,25%.

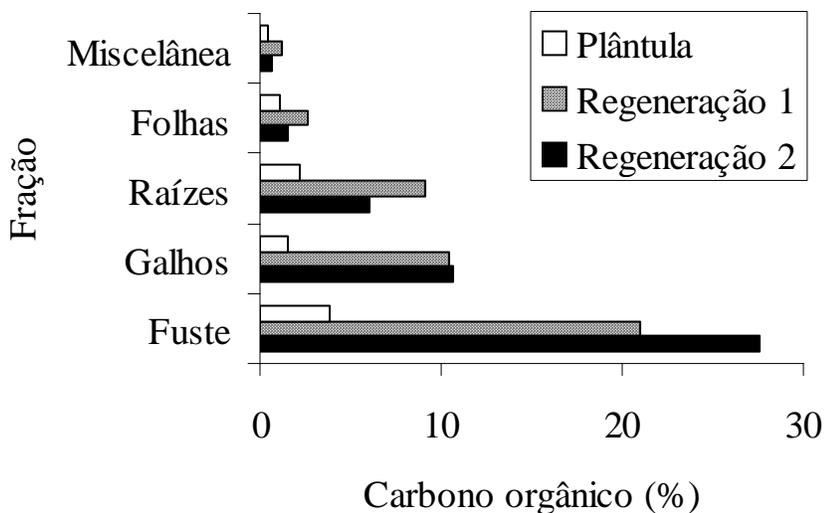


FIGURA 7 – Contribuição de carbono orgânico por classe de tamanho e frações da regeneração natural

A Tabela 7 mostra as diferentes contribuições das classes de tamanho plântula, regeneração 1, regeneração 2 e serapilheira em relação ao carbono quantificado.

O total de carbono orgânico por hectare foi de 13.026,932 kg/ha, considerando a regeneração e a serapilheira. Deve-se se ressaltar que as quantidades de carbono estocado na serapilheira são relativas à floresta como um todo e não somente às classes de regeneração.

Barra (2002), quantificando carbono orgânico em florestas nativas da Cordilheira da Costa e dos Andes, obteve um total de 3.348,800 kg/ha para a regeneração e 2.791,500 kg/ha na serapilheira, sendo que a regeneração representou 54,54% e a serapilheira 45,46%. Logo, as proporções foram próximas aos valores encontrados neste estudo.

TABELA 7 – Contribuições das classes de regeneração e serrapilheira em relação à biomassa total

	Carbono (kg/ha)	Contribuição (%)
Plântula	3.503,866	26,90
Regeneração 1	3.338,680	25,63
Regeneração 2	675,319	5,18
Serrapilheira	5.509,067	42,29
Total	13.026,932	100

A regeneração natural da floresta em estudo estoca 5.863,938 toneladas de carbono orgânico, e a serrapilheira 4.297,747 toneladas (na área de 780 ha de floresta).

4.4 Relação da biomassa úmida com a biomassa seca

4.4.1 Classe de tamanho plântulas

Na Tabela 8, pode-se verificar a relação entre o peso úmido e o peso seco nas diferentes frações da classe de tamanho plântulas. Observa-se que a fração das folhas foi a que apresentou o maior teor de umidade (54,14%) e a miscelânea o menor (31,17%). O teor de umidade para a biomassa total da classe de tamanho plântula foi de 43,77%.

TABELA 8 – Porcentagem de umidade na classe de tamanho plântulas

Frações	PU	PS	% umidade
Folhas	407,013	186,651	54,14
Fuste	1.271,658	707,378	44,37
Raízes	734,108	427,679	41,74
Galhos	450,893	272,050	39,66
Miscelânea	108,266	74,521	31,17
Biomassa Total	2.971,938	1.668,279	43,87

Onde: PU = peso úmido em kg/ha; PS = peso seco em kg/ha.

4.4.2 Classe de tamanho regeneração 1

Na Tabela 9 pode-se observar a relação entre o peso úmido e o peso seco nas diferentes frações da classe de tamanho regeneração 1.

TABELA 9 – Porcentagem de umidade na classe de tamanho regeneração 1

Frações	PU	PS	% Umidade
Folhas	947,590	457,813	51,69
Raízes Grossas	2.864,454	1.528,970	46,62
Raízes Finas	364,512	204,870	43,80
Fuste	6.653,697	3.806,840	42,79
Miscelânea	370,604	217,798	41,23
Galhos	3.029,991	1.844,497	39,13
Biomassa Total	14.230,848	8.060,788	43,36

Onde: PU = peso úmido em kg/ha; PS = peso seco em kg/ha.

Observa-se que a fração das folhas apresentaram maior teor de umidade (51,69%) e a fração dos galhos o menor (39,13%). O teor de umidade da biomassa total nesta classe de tamanho foi de 43,36 %.

4.4.3 Classe de tamanho regeneração 2

Na Tabela 10, nota-se a relação entre o peso úmido e o peso seco nas diferentes frações da classe de tamanho regeneração 2. Pode-se observar que a fração das folhas foi a que apresentou maior teor de umidade (49,21%), seguida das raízes grossas (46,95%) e das raízes finas (46,33). Os galhos mortos apresentaram o menor teor de umidade. A biomassa total apresentou teor de umidade de 42,19% nesta classe de tamanho.

TABELA 10 – Porcentagem de umidade na classe de tamanho regeneração 2

Frações	PU	PS	% Umidade
Folhas	540,829	274,701	49,21
Raízes grossas	2.107,220	1.117,821	46,95
Raízes finas	85,715	46,000	46,33
Galhos vivos	3.179,110	1.832,849	42,35
Fuste sem casca	6.956,013	4.027,322	42,10
Fuste com casca	8.215,520	4.845,724	41,02
Casca	1.259,507	818,402	35,02
Miscelânea	173,877	117,770	32,27
Galhos mortos	124,543	104,714	15,92
Biomassa total	14.426,813	8.339,579	42,19

Onde: PU = peso úmido em kg/ha; PS = peso seco em kg/ha.

A peso seco representou em média 56,89% do peso úmido, indicando que, do peso total de uma árvore, em média, 43,11% é água. Para Higuchi & Carvalho (1994), analisando a floresta tropical úmida

densa de terra firme, o peso seco representou 60%, e a umidade 40%. Higuchi *et al.* (1998) encontraram os seguintes teores de umidade: 38,89% para o fuste; 39,44% para os galhos grossos; 42,78% para os galhos finos; 52,44% para as folhas; e 63,27% para as flores e os frutos (miscelânea).

Na Tabela 11, verifica-se a relação entre o peso úmido e o peso seco na serapilheira fina e na serapilheira grossa.

TABELA 11 – Porcentagem de umidade na serapilheira

Frações	PU	PS	% Umidade
Serapilheira fina	13.175,000	7.029,617	46,64
Serapilheira grossa	11.081,111	6.956,229	37,22

Onde: PU = peso úmido em kg/ha; PS = peso seco em kg/ha.

Observa-se que a serapilheira fina apresenta maior porcentagem de umidade que a serapilheira grossa, 46,64% e 37,22%, respectivamente.

4.5 Relação da biomassa seca com o carbono orgânico

4.5.1 Classe de tamanho plântula

Na Tabela 12, pode-se observar a porcentagem e a quantidade de carbono orgânico nas diferentes frações da classe de tamanho plântula.

Observa-se que a fração das folhas foi a que apresentou o maior teor de carbono orgânico (42,67%) e as raízes o menor (38,77%). O teor de carbono orgânico médio para a biomassa total da classe de tamanho plântulas foi de 40,75%.

TABELA 12 – Porcentagem e quantidade de carbono orgânico na classe de tamanho plântulas

Frações	PS	% Carbono	PC
Folhas	186,651	42,67	79,640
Galhos	272,050	41,28	112,303
Fuste	707,378	40,64	287,481
Miscelânea	74,521	40,40	30,104
Raízes	427,679	38,77	165,791
Biomassa Total	1.668,279	40,75	679,823

Onde: PS = peso seco em kg/ha; PC = peso de carbono em kg/ha.

4.5.2 Classe de tamanho regeneração 1

Na Tabela 13, nota-se a porcentagem e a quantidade de carbono orgânico nas diferentes frações da classe de tamanho regeneração 1.

TABELA 13 – Porcentagem e quantidade de carbono orgânico na classe de tamanho regeneração 1

Frações	PS	% Carbono	PC
Folhas	457,813	43,43	198,827
Galhos	1.844,497	42,65	786,722
Miscelânea	217,798	41,82	91,081
Fuste	3.806,840	41,48	1.579,028
Raízes Grossas	1.528,970	40,18	614,383
Raízes Finas	204,870	33,51	68,643
Biomassa Total	8.060,788	40,51	3.265,542

Onde: PS = peso seco em kg/ha; PC = peso carbono orgânico em kg/ha.

Observa-se que a fração das folhas foi a que apresentou maior teor de carbono orgânico (43,43%) e as raízes finas o menor teor (33,51%). O teor de carbono orgânico médio para a biomassa total da regeneração 1, foi de 40,51%.

4.5.3 Classe de tamanho regeneração 2

Na Tabela 14, observa-se a porcentagem e a quantidade de carbono orgânico nas diferentes frações da classe de tamanho regeneração 2.

TABELA 14 – Porcentagem e quantidade de carbono orgânico na classe de tamanho regeneração 2

Frações	PS	% Carbono	PC
Fuste sem casca	4.027,322	43,57	1.754,588
Folhas	274,701	43,09	118,381
Galhos vivos	1.832,849	41,69	764,173
Miscelânea	117,770	40,64	47,862
Raízes grossas	1.117,821	39,39	440,261
Casca	818,402	39,25	321,247
Raízes finas	46,000	38,17	17,559
Galhos mortos	104,714	38,00	39,795
Biomassa total	8.339,579	40,48	3.375,526

Onde: PS = peso seco em kg/ha; PC = peso carbono orgânico em kg/ha.

A fração do fuste foi a que apresentou maior teor de carbono (43,57%) e os galhos mortos o menor (38,00%). O teor de carbono orgânico na biomassa total na classe de tamanho regeneração 2 foi de

40,48%. Alguns autores em diferentes tipos florestais encontraram valores próximos aos observados neste estudo. Higuchi & Carvalho (1994), avaliando floresta tropical densa de terra firme encontraram para fuste e galhos 48% de carbono orgânico e para as folhas 39%. Higuchi et al (1998) encontraram os seguintes teores de carbono: fuste e galhos grossos 48%, galhos finos 47%, folhas 39%. Além destes autores, Barra (2002), avaliando floresta nativa na Cordilheira da Costa e dos Andes, no Chile, encontrou em média 44,10% de carbono na biomassa.

Para a serrapilheira, o conteúdo médio de carbono encontrado foi de 39,39%. Este percentual aproxima-se dos observados por Barra (2002), Higuchi & Carvalho (1994) e Higuchi *et al.* (1998), que encontraram respectivamente 37,58%, 39% e 39%.

4.6 Equações para estimar a biomassa verde

4.6.1 Classe de tamanho plântulas

4.6.1.1 Seleção de variáveis

Para verificar as relações entre as variáveis de biomassa (peso úmido total, peso úmido do fuste, dos galhos, das folhas, das raízes e da miscelânea) e as variáveis dendrométricas (diâmetro a 30 cm do solo, altura total, altura do primeiro galho vivo, diâmetro da copa e volume),

utilizaram-se o Coeficiente de Correlação de Pearson e a análise gráfica. Os resultados são apresentados na Tabela 15 e na Figura 8.

TABELA 15 – Valores para o Coeficiente de Correlação de Pearson na classe de tamanho plântulas

	d	h	h_{gv}	d_c	v
Biomassa total	0,620**	0,611**	0,224**	0,540**	0,612**
Biomassa do fuste	0,585**	0,574**	0,309**	0,415**	0,561**
Biomassa dos galhos	0,423**	0,425**	0,057 ^{ns}	0,514**	0,431**
Biomassa das folhas	0,370**	0,334**	-0,067 ^{ns}	0,548**	0,340**
Biomassa da miscelânea	-0,037 ^{ns}	0,152*	0,134 ^{ns}	0,042 ^{ns}	-0,004 ^{ns}
Biomassa das raízes	0,655**	0,635**	0,178*	0,514**	0,684**

Onde: * Significativo para 5% de probabilidade de confiança; **Significativo para 1% de probabilidade de confiança; ns = não-significativo; d = diâmetro a 30 cm do solo (cm); h = altura total (m); h_{gv} = altura do primeiro galho vivo(m); d_c = diâmetro da copa (m); v = volume total (m³).

A análise da Tabela 15 mostra que as variáveis de biomassa apresentaram correlações altamente significativas com todas as variáveis dendrométricas, com exceção da altura do primeiro galho vivo.

A biomassa da miscelânea demonstrou correlação positiva significativa com a altura, o que indica que a proporção de líquens e fungos aumentou com a altura.

A Figura 8 mostra graficamente a relação existente entre a altura do primeiro galho vivo (h_{gv}) com a biomassa total, a biomassa do fuste, a biomassa dos galhos e a biomassa das raízes.

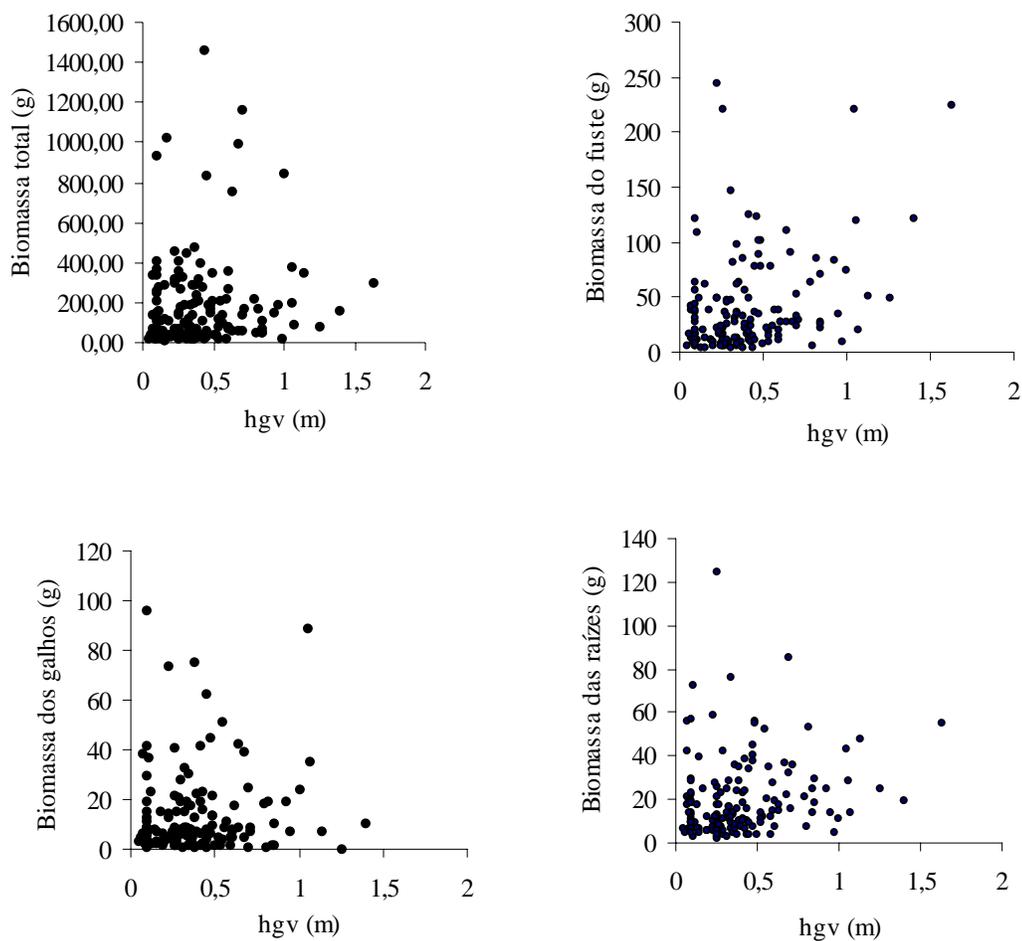


FIGURA 8 – Relação entre a altura do primeiro galho vivo com a biomassa total, a biomassa do fuste, biomassa dos galhos e biomassa das raízes.

Pode-se observar que não existe uma relação definida entre a altura do primeiro galho vivo e a biomassa, o que, de certa forma, comprova os resultados obtidos na aplicação do coeficiente de correlação de Pearson.

Em função deste resultado, optou-se por não considerar a altura do primeiro galho vivo como variável independente na construção das equações para estimar a biomassa das plântulas.

4.6.1.2 Construção das equações para estimar a biomassa verde

Os resultados obtidos com o procedimento estatístico stepwise para as variáveis biomassa total, biomassa do fuste, biomassa dos galhos, biomassa das folhas, biomassa das raízes e biomassa da miscelânea são apresentados nas Tabelas 16, 17, 18, 19, 20 e 21.

Em processamentos preliminares, rodou-se o programa utilizando-se cada variável dependente na sua forma simples e logarítmica, com as equações apresentando ou não o intercepto.

Para a determinação das equações e a quantificação do carbono orgânico, foram mensurados 150 indivíduos representantes de cada espécie de cada subunidade. Ao total, foram utilizadas 329 plântulas para a pesagem da biomassa.

4.6.1.2.1 Determinação da equação para estimar a biomassa total

Na Tabela 16, pode-se observar que a adição da variável (dc^2) não aumentou consideravelmente o poder de predição da equação para estimar a biomassa total, em que inclusive ocorreu uma diminuição no valor de F calculado. Já a adição da variável (d^2h) melhorou o poder de

predição da equação, visto que aumentou o valor de R^2_{aj} e diminuiu o valor de $Syx\%$. Observa-se que todos os coeficientes foram altamente significativos.

TABELA 16 – Resultados obtidos com o procedimento estatístico stepwise para a biomassa total

P	V.d	V.i	b_j	$Syxb_j$	Tb_j	Prob>t	R^2_{aj}	$Syx\%$	F	prob>F
1	Bt	dh	81,037	3,143	25,79	0,001	0,83	36,49	664,85	0,001
2	Bt	dh	55,837	5,999	9,31	0,001	0,85	33,87	397,265	0,001
		d^2/h	47,537	9,887	4,81	0,001				
3	Bt	dh	44,379	6,930	6,40	0,001	0,86	32,89	284,004	0,001
		d^2/h	46,344	9,608	4,82	0,001				
		dc^2	0,0051	0,002	3,05	0,003				

Onde: P = passo; V.d = variável dependente; V.i = variável independente; b_j = parâmetros ajustados; $Syxb_j$ = erro padrão para o parâmetro b_j ; Tb_j = valor de t para os parâmetros ajustados; prob>t = nível de significância para T; R^2_{aj} = coeficiente de determinação ajustado para a equação; $Syx\%$ = erro padrão de estimativa em porcentagem para a equação; f = valor de f para a equação; probf = nível de significância para f.

A distribuição dos resíduos para a equação selecionada para estimar a biomassa total das plântulas pode ser observada na Figura 9.

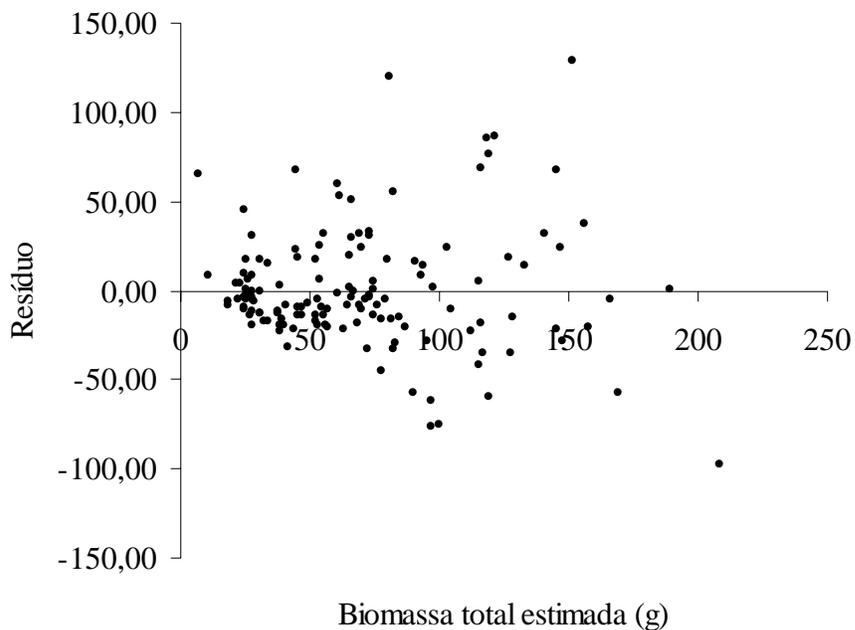


FIGURA 9 – Distribuição dos resíduos da equação utilizada para estimar a biomassa total das plântulas

4.6.1.2.2 Determinação da equação para estimar a biomassa do fuste

Na Tabela 17, verifica-se que a adição da variável (d^2/h) aumentou o poder de predição da equação para estimar a biomassa do fuste, ocorrendo uma diminuição no valor do $Syx\%$ e melhorando a distribuição dos resíduos. Observa-se que todos os coeficientes foram altamente significativos

TABELA 17 – Resultados obtidos com o procedimento estatístico stepwise para a biomassa do fuste

P	V.d	V.i	b_j	$Syxb_j$	Tb_j	Prob>t	R^2_{aj}	Syx%	F	prob>F
1	Fuste	dh	38,400	1,619	23,71	0,001	0,79	20,55	562,28	0,001
2	Fuste	dh	31,848	2,819	11,30	0,001	0,80	20,08	298,45	0,001
		d^2/h	11,681	4,157	2,81	0,006				

Onde: P = passo; V.d = variável dependente; V.i = variável independente; b_j = parâmetros ajustados; $Syxb_j$ = erro padrão para o parâmetro b_j ; Tb_j = valor de t para os parâmetros ajustados; $prob>t$ = nível de significância para T; R^2_{aj} = coeficiente de determinação ajustado para a equação; Syx% = erro padrão de estimativa em porcentagem para a equação; f = valor de f para a equação; $prob>f$ = nível de significância para f.

A distribuição dos resíduos para a equação selecionada para estimar a biomassa do fuste das plântulas pode ser observada na Figura 10.

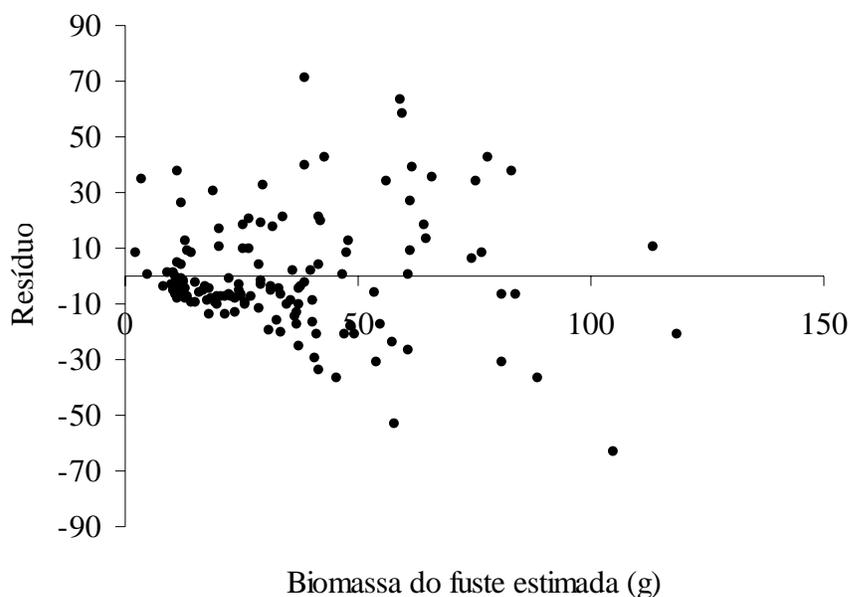


FIGURA 10 – Distribuição dos resíduos para a equação utilizada para estimar a biomassa do fuste das plântulas

4.6.1.2.3 Determinação da equação para estimar a biomassa dos galhos

Na Tabela 18, pode-se notar que a adição da variável (dc^2) aumentou o poder de predição da equação para estimar a biomassa dos galhos, porém diminuiu o valor do f calculado. Observa-se também que a variável (dc^2) não é significativa para este modelo. Com a adição da variável (d^3/h), houve um aumento no valor de R^2_{aj} e uma diminuição no valor de $Syx\%$, melhorando consideravelmente a distribuição dos resíduos.

TABELA 18 – Resultados obtidos com o procedimento estatístico stepwise para a biomassa dos galhos

P	V.d	V.i	b_j	$Syxb_j$	Tb_j	Prob>t	R^2_{aj}	$Syx\%$	F	prob>F
1	Galhos	dc	0,251	0,017	15,109	0,001	0,64	8,59	228,30	0,001
2	Galhos	dc	0,166	0,022	7,436	0,001	0,70	7,84	150,68	0,001
		d^3/h	8,994	1,734	5,185	0,001				
3	Galhos	dc	0,044	0,053	0,053	0,416	0,71	7,68	106,83	0,001
		d^3/h	9,854	1,733	1,733	0,001				
		dc^2	0,002	0,001	0,001	0,013				

Onde: P = passo; V.d = variável dependente; V.i = variável independente; b_j = parâmetros ajustados; $Syxb_j$ = erro padrão para o parâmetro b_j ; Tb_j = valor de t para os parâmetros ajustados; $prob>t$ = nível de significância para T; R^2_{aj} = coeficiente de determinação ajustado para a equação; $Syx\%$ = erro padrão de estimativa em porcentagem para a equação; f = valor de f para a equação; $prob>F$ = nível de significância para f.

A distribuição dos resíduos para a equação selecionada para estimar a biomassa dos galhos pode ser observada na Figura 11.

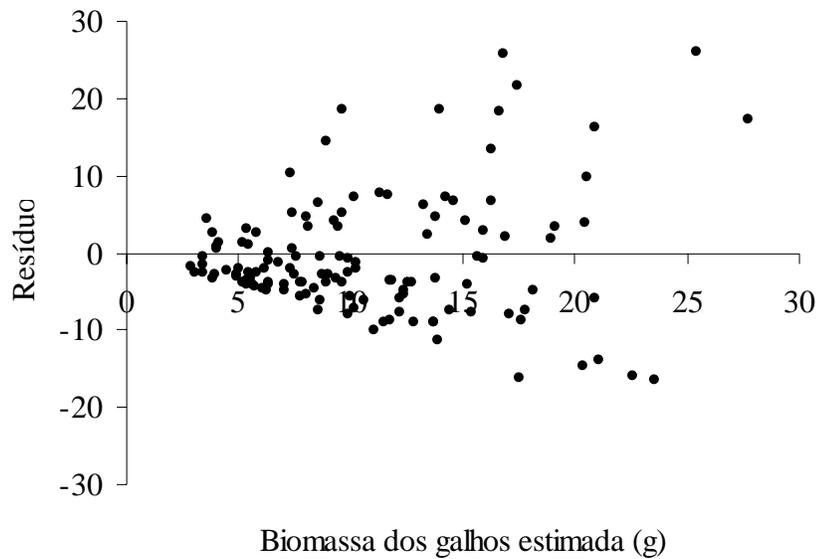


FIGURA 11 – Distribuição dos resíduos da equação utilizada para estimar a biomassa dos galhos das plântulas

4.6.1.2.4 Determinação da equação para estimar a biomassa das folhas

Na Tabela 19, pode-se observar que com a adição da variável ($1/d^2h$), o poder de predição da equação melhorou, aumentando o valor de R^2_{aj} e a diminuição no valor de $S_{yx}\%$. Com esta equação, obteve-se uma melhor distribuição dos resíduos.

TABELA 19 – Resultados obtidos com o procedimento estatístico stepwise para a biomassa das folhas

P	V.d	V.i	b_j	$Syxb_j$	Tb_j	Prob>t	R^2_{aj}	Syx%	F	prob>F
1	Folhas	dc	0,218	0,012	17,88	0,001	0,69	6,90	319,50	0,001
2	Folhas	dc	0,258	0,023	11,23	0,001	0,69	6,83	165,44	0,001
		dc/d	0,029	0,014	-2,06	0,041				
3	Folhas	dc	0,328	0,040	8,14	0,001	0,70	6,64	114,39	0,001
		dc/d	0,089	0,032	-2,80	0,006				
		1/d ² h	0,160	0,076	2,10	0,037				

Onde: P = passo; V.d = variável dependente; V.i = variável independente; b_j = parâmetros ajustados; $Syxb_j$ = erro padrão para o parâmetro b_j ; Tb_j = valor de t para os parâmetros ajustados; prob>t = nível de significância para T; R^2_{aj} = coeficiente de determinação ajustado para a equação; Syx% = erro padrão de estimativa em porcentagem para a equação; f = valor de f para a equação; probf = nível de significância para f.

A distribuição dos resíduos para a equação selecionada para estimar a biomassa das folhas das plântulas pode ser observada na Figura 12.

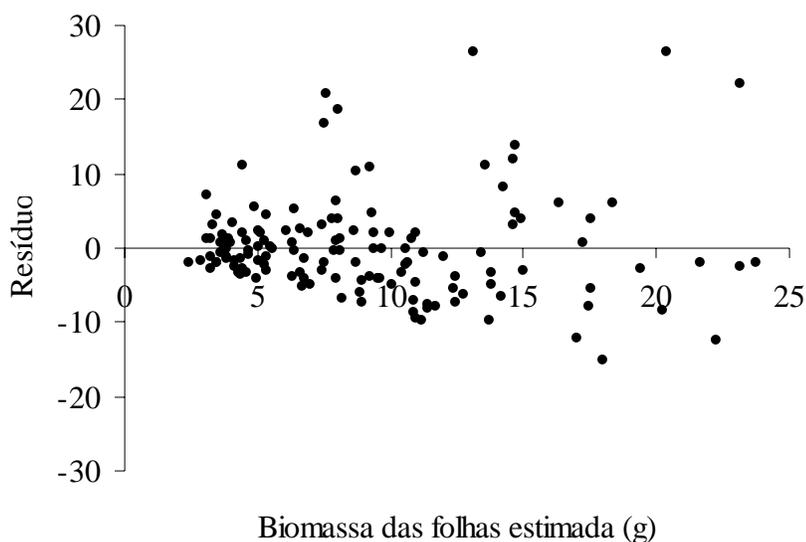


FIGURA 12 – Distribuição dos resíduos da equação utilizada para estimar a biomassa das folhas das plântulas

4.6.1.2.5 Determinação da equação para estimar a biomassa das raízes

Na Tabela 20, pode-se verificar que com a adição da variável (ln dc) o intercepto deixou de ser significativo, diminuindo ainda a significância do modelo. Apesar do valor R^2_{aj} ser relativamente baixo, esta equação apresentou a melhor distribuição dos resíduos.

TABELA 20 – Resultados obtidos com o procedimento estatístico stepwise para a biomassa das raízes

P	V.d	V.i	b_j	$Syxb_j$	Tb_j	Prob>t	R^2_{aj}	Syx%	F	prob>F
1	Raízes	Const.	4,398	1,665	2,641	0,009	0,48	12,71	133,32	0,001
		dh	16,270	1,409	11,547	0,001				
2	Raízes	Const.	-15,085	8,592	-1,756	0,081	0,50	12,52	71,36	0,001
		dh	14,363	1,615	8,892	0,001				
		Ln dc	5,081	2,511	2,310	0,022				

Onde: P = passo; V.d = variável dependente; V.i = variável independente; b_j = parâmetros ajustados; $Syxb_j$ = erro padrão para o parâmetro b_j ; Tb_j = valor de t para os parâmetros ajustados; prob>t = nível de significância para T; R^2_{aj} = coeficiente de determinação ajustado para a equação; Syx% = erro padrão de estimativa em porcentagem para a equação; f = valor de f para a equação; probf = nível de significância para f.

A distribuição dos resíduos para a equação selecionada para estimar a biomassa das raízes pode ser observada na Figura 13.

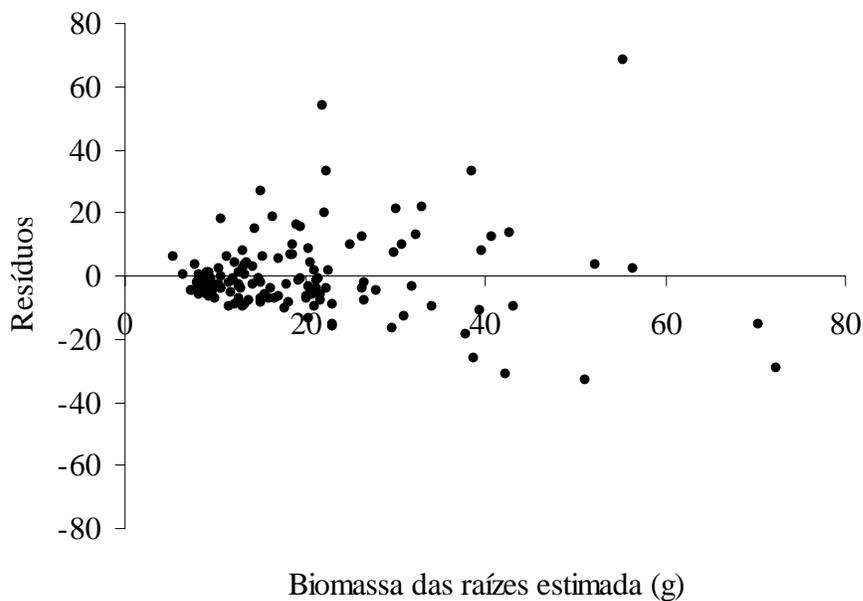


FIGURA 13 – Distribuição dos resíduos da equação utilizada para estimar a biomassa das raízes das plântulas

4.6.1.2.6 Determinação da equação para estimar a biomassa da miscelânea

Na Tabela 21, pode-se constatar que a adição da variável (ln d) aumentou o poder de predição da equação para estimar a biomassa da miscelânea, entretanto diminuiu o valor de f calculado e não apresentou uma boa distribuição dos resíduos. Com a utilização do primeiro modelo, apenas com a variável (h), a distribuição dos resíduos foi relativamente melhor. Nota-se que todos os coeficientes foram altamente significativos.

TABELA 21 – Resultados obtidos com o procedimento estatístico stepwise para a biomassa da miscelânea

P	V.d	V.i	b_j	$Syxb_j$	Tb_j	Prob>t	R^2_{aj}	Syx%	F	prob>F
1	Misc	h	2,259	0,128	17,585	0,001	0,71	1,63	309,24	0,001
2	Misc	h	2,484	0,138	17,986	0,001	0,73	1,56	175,39	0,001
		ln d	0,872	0,244	3,569	0,001				

Onde: P = passo; V.d = variável dependente; V.i = variável independente; b_j = parâmetros ajustados; $Syxb_j$ = erro padrão para o parâmetro b_j ; Tb_j = valor de t para os parâmetros ajustados; prob>t = nível de significância para T; R^2_{aj} = coeficiente de determinação ajustado para a equação; Syx% = erro padrão de estimativa em porcentagem para a equação; f = valor de f para a equação; probf = nível de significância para f.

A distribuição dos resíduos para a equação selecionada para estimar a biomassa da miscelânea das plântulas pode ser observada na Figura 14.

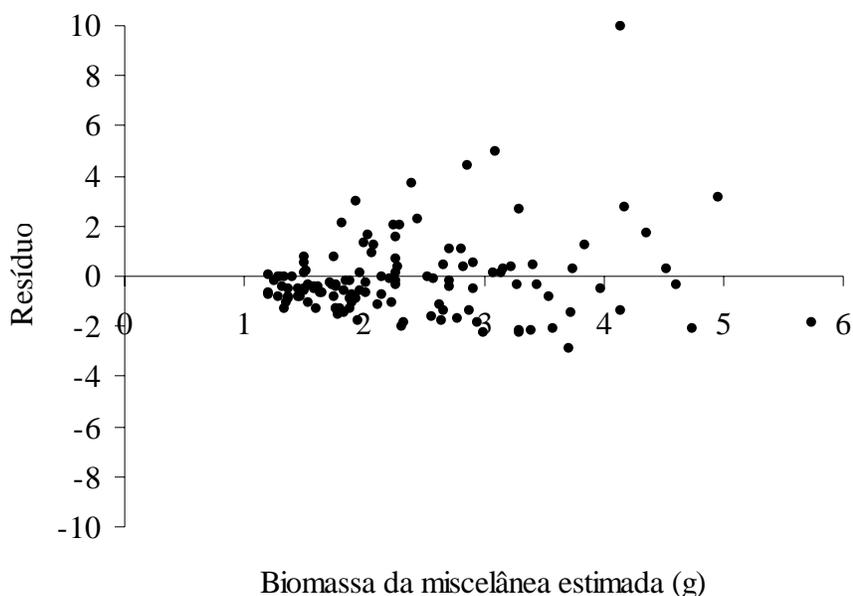


FIGURA 14 – Distribuição dos resíduos da equação utilizada para estimar a biomassa da miscelânea das plântulas

4.6.2 Classe de tamanho regeneração 1

4.6.2.1 Seleção de variáveis

Para verificar as relações entre as variáveis de biomassa (peso úmido total, peso úmido do fuste, dos galhos, das folhas, das raízes finas, das raízes grossas e da miscelânea) e as variáveis dendrométricas (diâmetro, alturas total, do primeiro galho vivo, diâmetro da copa e volume) foram utilizados o Coeficiente de Correlação de Pearson e a análise gráfica. Os resultados são apresentados na Tabela 22 e na Figura 15.

TABELA 22 – Valores para o Coeficiente de Correlação de Pearson na classe de regeneração 1

	d	h	h_{gv}	d_c	v
Biomassa total	0,867**	0,760**	0,304**	0,646**	0,907*
Biomassa do fuste	0,906**	0,840**	0,485**	0,595**	0,950*
Biomassa dos galhos	0,672**	0,492**	0,020 ^{ns}	0,649**	0,682*
Biomassa das folhas	0,587**	0,435**	-0,048 ^{ns}	0,622**	0,595*
Biomassa da miscelânea	0,743**	0,605**	0,245**	0,613**	0,725*
Biomassa das raízes finas	0,637**	0,516*	0,099 ^{ns}	0,259 ^{ns}	0,668*
Biomassa das raízes grossas	0,629**	0,813**	0,503*	0,358 ^{ns}	0,762*

Onde: * significativo para 5% de probabilidade de confiança; **Significativo para 1% de probabilidade de confiança; ns = não-significativo; d = diâmetro a 1,30 m do solo (cm); h = altura total (m); h_{gv}= altura do primeiro galho vivo (m); d_c = diâmetro da copa (m); v = volume total (m³).

A análise da Tabela 22 indica que as variáveis biomassa total, biomassa do fuste e biomassa da miscelânea apresentaram correlações altamente significativas com todas as variáveis dendrométricas. As biomassas das folhas e dos galhos não demonstraram ter correlação com a altura do primeiro galho vivo. A biomassa das raízes finas não apresentou correlação significativa com a variável dendrométrica diâmetro da copa e altura do primeiro galho vivo, e a biomassa das raízes grossas não apresentou correlação significativa apenas com o diâmetro da copa.

A Figura 15 mostra graficamente a relação entre a altura do primeiro galho vivo (h_{gv}) com a biomassa galhos e a biomassa das folhas, e a relação do diâmetro da copa com a biomassa das raízes finas e a biomassa das raízes grossas.

Observa-se que não existe uma relação definida entre a altura do primeiro galho vivo e as variáveis de biomassa, assim como entre o diâmetro da copa com a biomassa das raízes, o que comprova os resultados obtidos na aplicação do coeficiente de correlação de Pearson. Em função deste resultado, optou-se por não considerar a altura do primeiro galho vivo como variável independente na construção das equações para estimar as biomassas nas diferentes frações, nem o diâmetro da copa para estimar a biomassa das raízes nesta classe de tamanho.

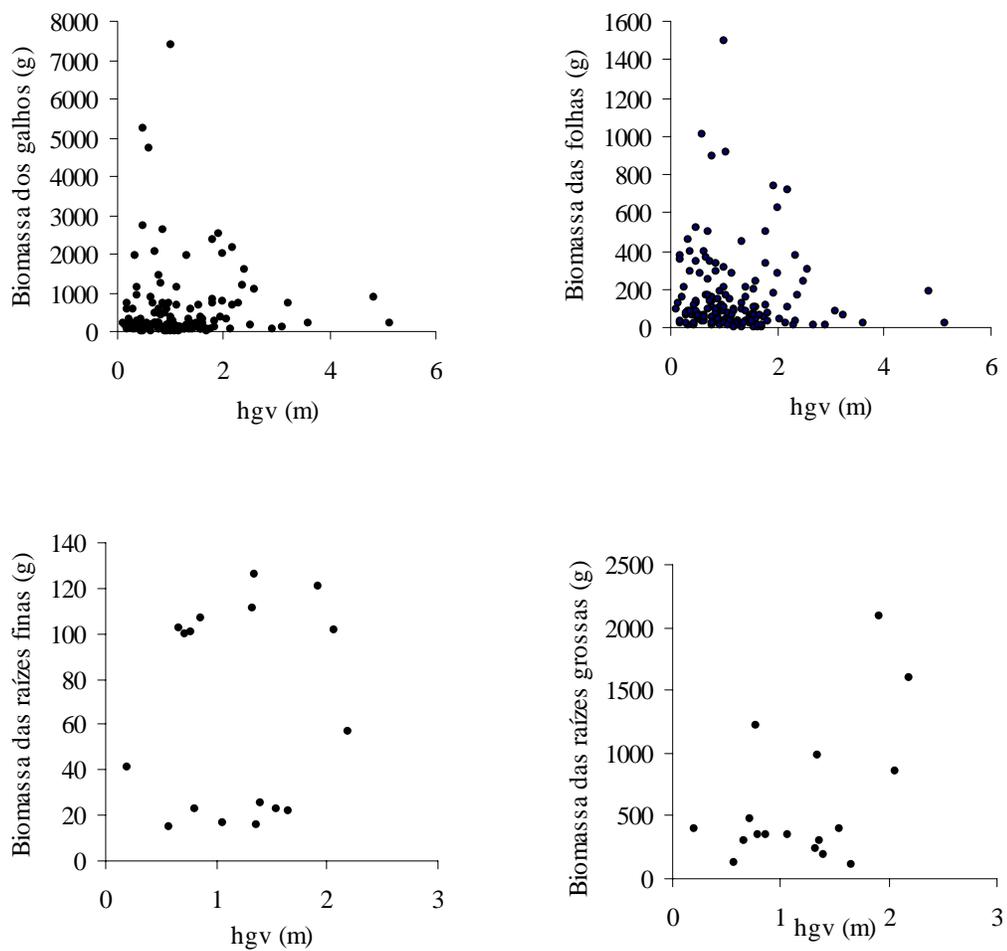


FIGURA 15 - Relação entre a altura do primeiro galho vivo com a biomassa dos galhos e a biomassa das folhas e a relação do diâmetro da copa com a biomassa das raízes finas e biomassa das raízes grossas.

4.6.2.2 Determinação das equações para estimar a biomassa verde

Os resultados obtidos com o procedimento estatístico stepwise para as variáveis biomassa total, biomassa do fuste, biomassa dos galhos, biomassa das folhas, biomassa das raízes finas, biomassa das raízes grossas e biomassa da miscelânea são apresentados nas Tabelas 23, 24, 25, 26, 27, 28 e 29.

Para a determinação das equações para estimar a biomassa e a quantificação do carbono orgânico da classe de tamanho regeneração 1, foram medidos e pesados 155 indivíduos.

4.6.2.2.1 Construção da equação para estimar a biomassa total

Na Tabela 23, pode-se verificar que a adição da variável (h^3) aumentou o poder de predição da equação para estimar a biomassa total da regeneração 1, porém não apresentou uma boa distribuição dos resíduos. A adição da variável (d^2/h) aumentou o valor do R^2_{aj} e diminuiu o $Sy_x\%$, melhorando consideravelmente a distribuição dos resíduos.

TABELA 23 – Resultados obtidos com o procedimento estatístico stepwise para a biomassa total

P	V.d	V.i	b_j	$Syxb_j$	Tb_j	Prob>t	R^2_{aj}	Syx%	F	Prob>F
1	Bt	const.	123,992	96,529	1,28	0,201	0,86	864,61	951,39	0,001
		d^2	437,939	14,198	30,84	0,001				
2	Bt	const.	538,918	106,719	5,05	0,001	0,89	765,80	765,80	0,001
		d^2	629,068	31,995	19,66	0,001				
		d^2/h	-1029,331	158,443	-6,50	0,001				
3	Bt	const.	856,706	136,947	6,26	0,001	0,90	738,18	738,18	0,001
		d^2	839,988	67,462	12,45	0,001				
		d^2/h	-1730,087	251,123	-6,89	0,001				
		h^3	-8,901	2,532	-3,52	0,001				

Onde: P = passo; V.d = variável dependente; V.i = variável independente; b_j = parâmetros ajustados; $Syxb_j$ = erro padrão para o parâmetro b_j ; Tb_j = valor de t para os parâmetros ajustados; prob>t = nível de significância para T; R^2_{aj} = coeficiente de determinação ajustado para a equação; Syx% = erro padrão de estimativa em porcentagem para a equação; f = valor de f para a equação; probf = nível de significância para f.

A distribuição dos resíduos para a equação selecionada para estimar a biomassa total da regeneração 1 pode ser observada na Figura 16.

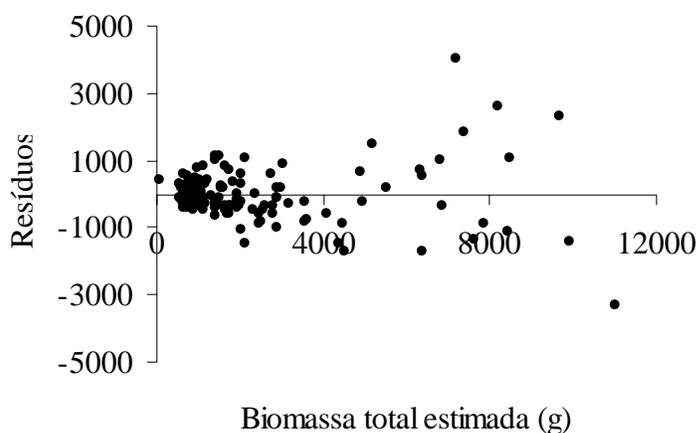


FIGURA 16 – Distribuição dos resíduos da equação utilizada para estimar a biomassa total da regeneração 1

4.6.2.2.2 Determinação da equação para estimar a biomassa do fuste

Na Tabela 24 pode-se notar que a adição da variável (v) não aumentou o poder de predição da equação para estimar a biomassa do fuste, apresentado a constante b_0 , não-significativa em nível de 5% de erro. Com a adição da variável (dc^3), o poder de validação da equação aumentou, obtendo uma boa distribuição dos resíduos. Observa-se que todos os coeficientes do modelo selecionado foram altamente significativos.

TABELA 24 – Resultados obtidos com o procedimento estatístico stepwise para a biomassa do fuste

P	V.d	V.i	b_j	$Syxb_j$	Tb_j	Prob>t	R^2_{aj}	Syx%	F	Prob>F
1	Fuste	const.	188,234	37,700	4,99	0,001	0,92	384,83	1681,08	0,001
		d^2h	44,825	1,093	41,00	0,001				
2	Fuste	const.	121,125	38,037	3,18	0,002	0,93	360,38	969,72	0,001
		d^2h	41,636	1,225	33,99	0,001				
		dc^3	53,283	11,240	4,74	0,001				
3	Fuste	const.	-9,918	48,504	-0,20	0,838	0,93	343,28	717,98	0,001
		d^2h	27,444	3,682	7,45	0,001				
		dc^3	44,786	10,909	4,10	0,001				
		v	316969,0	77996,656	4,06	0,001				

Onde: P = passo; V.d = variável dependente; V.i = variável independente; b_j = parâmetros ajustados; $Syxb_j$ = erro padrão para o parâmetro b_j ; Tb_j = valor de t para os parâmetros ajustados; prob>t = nível de significância para T; R^2_{aj} = coeficiente de determinação ajustado para a equação; Syx% = erro padrão de estimativa em porcentagem para a equação; f = valor de f para a equação; probf = nível de significância para f.

A distribuição dos resíduos para a equação selecionada para estimar a biomassa do fuste pode ser observada na Figura 17.

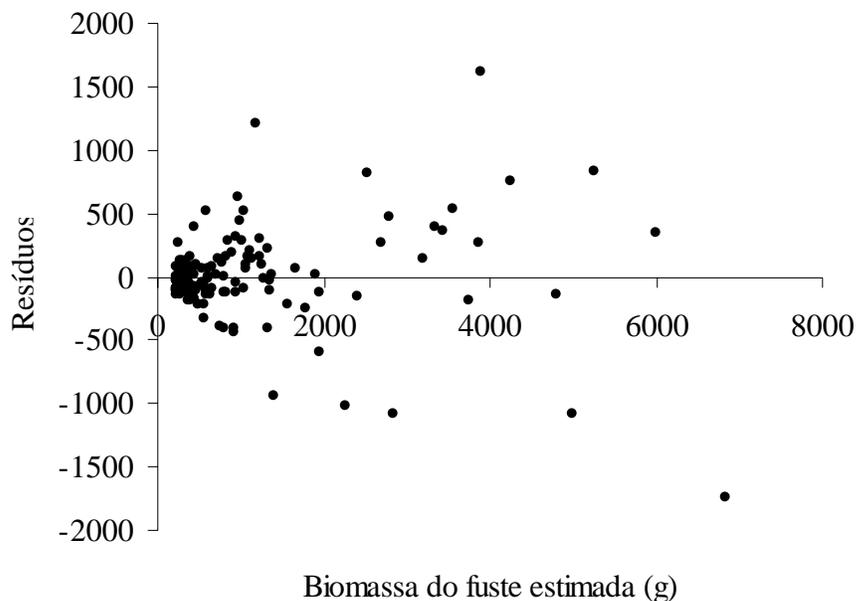


FIGURA 17 – Distribuição dos resíduos da equação utilizada para estimar a biomassa do fuste da regeneração 1

4.6.2.2.3 Determinação da equação para estimar a biomassa dos galhos

Na Tabela 25 pode-se observar que a adição das variáveis (dc^3) e (d^2/h) elevou o poder de predição da equação para estimar a biomassa dos galhos, aumentando o R^2_{aj} e diminuindo o $Syx\%$. Porém, estas equações não demonstraram uma boa distribuição dos resíduos. A primeira equação, que considera o (d^3h) como variável independente, apresentou o maior valor de f calculado e boa distribuição dos resíduos, sendo portanto, selecionada.

TABELA 25 – Resultados obtidos com o procedimento estatístico stepwise para a biomassa dos galhos

P	V.d	V.i	b_j	$Syxb_j$	Tb_j	Prob>t	R^2_{aj}	Syx%	F	Prob>F
1	Galhos	d^3h	126,049	7,065	17,84	0,001	0,69	416,72	318,27	0,001
2	Galhos	d^3h	89,922	9,098	9,88	0,001	0,74	378,26	208,81	0,001
		dc^3	74,035	13,224	5,60	0,001				
3	Galhos	d^3h	164,839	19,976	8,25	0,001	0,77	358,15	161,04	0,001
		dc^3	94,852	13,486	7,03	0,001				
		d^2/h	-292,073	70,263	-4,18	0,001				

Onde: P = passo; V.d = variável dependente; V.i = variável independente; b_j = parâmetros ajustados; $Syxb_j$ = erro padrão para o parâmetro b_j ; Tb_j = valor de t para os parâmetros ajustados; prob>t = nível de significância para T; R^2_{aj} = coeficiente de determinação ajustado para a equação; Syx% = erro padrão de estimativa em porcentagem para a equação; f = valor de f para a equação; probf = nível de significância para f.

A distribuição dos resíduos para a equação selecionada para estimar a biomassa dos galhos pode ser observada na Figura 18.

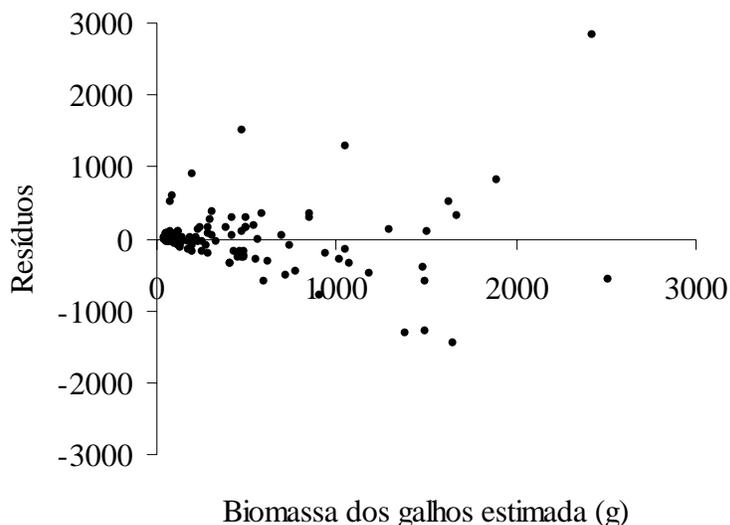


FIGURA 18 – Distribuição dos resíduos da equação utilizada para estimar a biomassa dos galhos da regeneração 1

4.6.2.2.4 Determinação da equação para estimar a biomassa das folhas

Na Tabela 26 pode-se verificar que a adição da variável (h^3) elevou o poder de predição da equação para estimar a biomassa das folhas, ocorrendo um aumento no valor de R^2_{aj} , uma diminuição no valor de $Syx\%$ e uma boa distribuição dos resíduos. Observa-se que todos os coeficientes foram altamente significativos.

TABELA 26 – Resultados obtidos com o procedimento estatístico stepwise para a biomassa das folhas

P	V.d	V.i	b_j	$Syxb_j$	Tb_j	Prob>t	R^2_{aj}	$Syx\%$	F	Prob>F
1	Folhas	dc^2	82,739	4,419	18,72	0,001	0,71	86,92	350,54	0,001
2	Folhas	dc^2	68,601	6,148	11,16	0,001	0,73	84,21	191,84	0,001
		d^3/h	7,084	2,211	3,20	0,002				
3	Folhas	dc^2	73,660	6,163	11,95	0,001	0,74	81,59	139,66	0,001
		d^3/h	11,311	2,517	4,94	0,001				
		h^3	-0,477	0,149	-3,20	0,002				

Onde: P = passo; V.d = variável dependente; V.i = variável independente; b_j = parâmetros ajustados; $Syxb_j$ = erro padrão para o parâmetro b_j ; Tb_j = valor de t para os parâmetros ajustados; prob>t = nível de significância para T; R^2_{aj} = coeficiente de determinação ajustado para a equação; $Syx\%$ = erro padrão de estimativa em porcentagem para a equação; f = valor de f para a equação; probf = nível de significância para f.

A distribuição dos resíduos para a equação selecionada para estimar a biomassa das folhas pode ser observada na Figura 19.

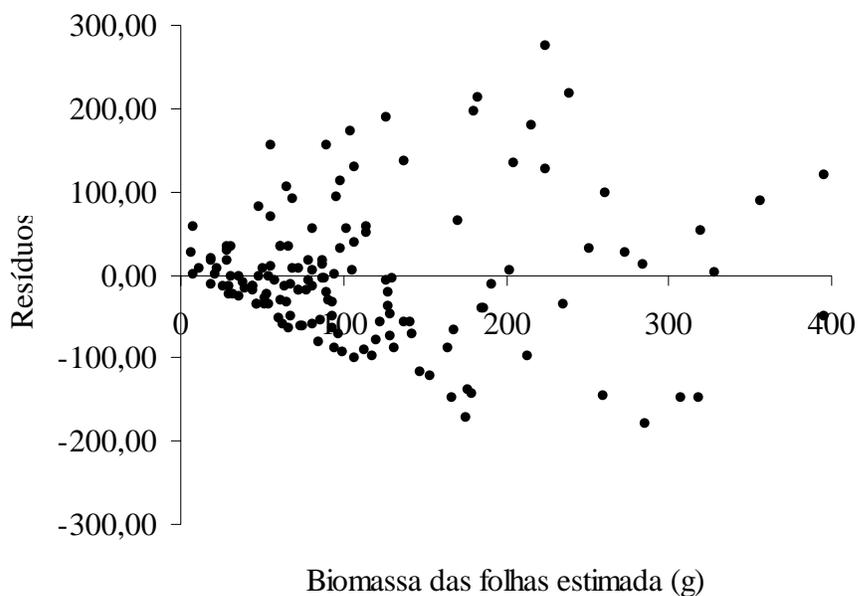


FIGURA 19 – Distribuição dos resíduos da equação utilizada para estimar a biomassa das folhas da regeneração 1

4.6.2.2.5 Determinação da equação para estimar a biomassa das raízes finas

A Tabela 27 apresenta a equação para estimar a biomassa das raízes finas. Este modelo possui um bom valor de R^2_{aj} , e, sendo comparados aos modelos com a variável dependente não logaritmizada e aos modelos sem o intercepto, apresentou a melhor distribuição dos resíduos. Observa-se que os coeficientes foram altamente significativos.

TABELA 27 – Resultados obtidos com o procedimento estatístico stepwise para a biomassa das raízes finas

P	V.d	V.i	b_j	$Syxb_j$	Tb_j	Prob>t	R^2_{aj}	Syx%	F	Prob>F
1	LnRfinas	Const	2,802	0,256	10,97	0,001	0,59	0,54	24,33	0,001
		v	448,001	90,818	4,93	0,001				

Onde: P = passo; V.d = variável dependente; V.i = variável independente; b_j = parâmetros ajustados; $Syxb_j$ = erro padrão para o parâmetro b_j ; Tb_j = valor de t para os parâmetros ajustados; prob>t = nível de significância para T; R^2_{aj} = coeficiente de determinação ajustado para a equação; Syx% = erro padrão de estimativa em porcentagem para a equação; f = valor de f para a equação; probf = nível de significância para f.

A distribuição dos resíduos para a equação selecionada para estimar a biomassa das raízes finas pode ser observada na Figura 20.

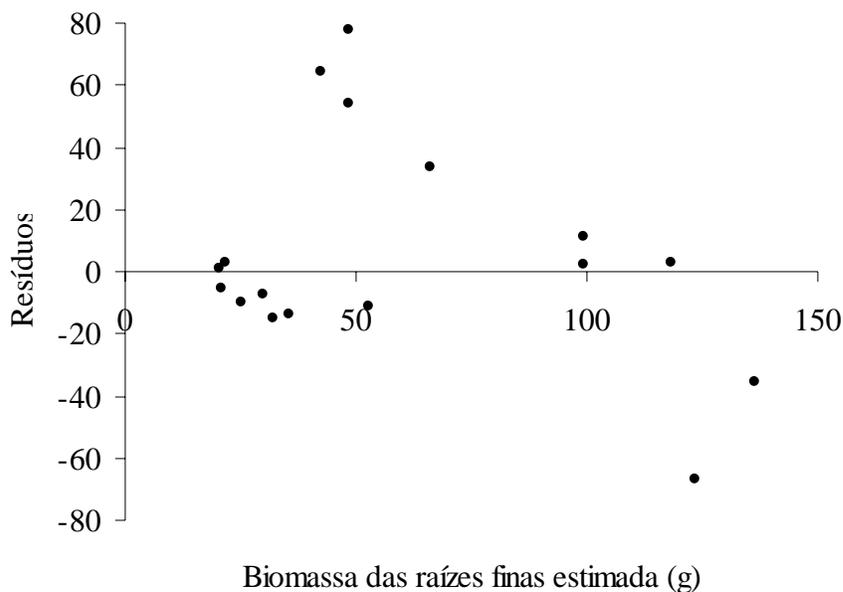


FIGURA 20 – Distribuição dos resíduos da equação utilizada para estimar a biomassa das raízes finas da regeneração 1

4.6.2.2.6 Determinação da equação para estimar a biomassa das raízes grossas

A Tabela 28 apresenta a equação selecionada para estimar a biomassa das raízes grossas. Comparando às equações com a variável dependente logaritimizada e às equações sem o intercepto, esta apresentou a melhor distribuição dos resíduos, que pode ser observada na Figura 21.

TABELA 28 – Resultados obtidos com o procedimento estatístico stepwise para a biomassa das raízes grossas

P	V.d	V.i	b_j	$Syxb_j$	Tb_j	Prob>t	R^2_{aj}	Syx%	F	Prob>F
1	Rgrossas	Const.	5,126	0,191	26,88	0,001	0,69	0,47	37,26	0,001
		dh ²	0,01682	0,003	6,10	0,001				0,001

Onde: P = passo; V.d = variável dependente; V.i = variável independente; b_j = parâmetros ajustados; $Syxb_j$ = erro padrão para o parâmetro b_j ; Tb_j = valor de t para os parâmetros ajustados; prob>t = nível de significância para T; R^2_{aj} = coeficiente de determinação ajustado para a equação; Syx% = erro padrão de estimativa em porcentagem para a equação; f = valor de f para a equação; probf = nível de significância para f.

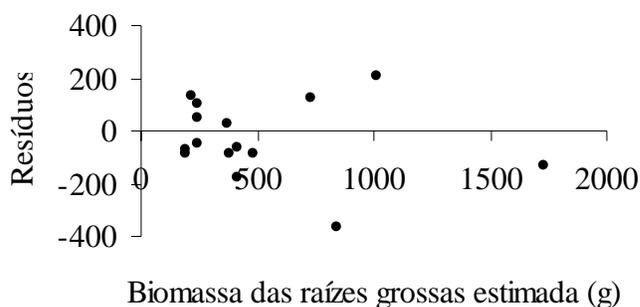


FIGURA 21 – Distribuição dos resíduos da equação utilizada para estimar a biomassa das raízes grossas da regeneração 1

4.6.2.2.7 Determinação da equação para estimar a biomassa da miscelânea

Na Tabela 29 pode-se verifica-se que a adição da variável (d^2/h) aumentou o poder de predição da equação para estimar a biomassa da miscelânea, porém diminuiu o f calculado, não obtendo uma boa distribuição dos resíduos. Com a adição da variável (dc^3), o poder de predição da equação melhorou, e esta obteve uma boa distribuição dos resíduos.

TABELA 29 – Resultados obtidos com o procedimento estatístico stepwise para a biomassa da miscelânea

P	V.d	V.i	b_j	$Syxb_j$	Tb_j	Prob>t	R^2_{aj}	Syx%	F	Prob>F
1	Misc	Const.	17,622	3,595	4,90	0,001	0,64	36,47	265,52	0,001
		d^3	2,889	0,177	16,30	0,001				
2	Misc	Const.	10,439	3,810	2,74	0,007	0,68	34,55	156,75	0,001
		d^3	2,448	0,198	12,36	0,001				
		dc^3	5,668	1,348	4,20	0,001				
3	Misc	Const.	24,996	5,851	4,27	0,001	0,70	33,50	114,63	0,001
		d^3	3,430	0,361	9,50	0,001				
		dc^3	5,863	1,309	4,48	0,001				
		d^2/h	-21,791	6,791	-3,21	0,002				

Onde: P = passo; V.d = variável dependente; V.i = variável independente; b_j = parâmetros ajustados; $Syxb_j$ = erro padrão para o parâmetro b_j ; Tb_j = valor de t para os parâmetros ajustados; prob>t = nível de significância para T; R^2_{aj} = coeficiente de determinação ajustado para a equação; Syx% = erro padrão de estimativa em porcentagem para a equação; f = valor de f para a equação; probf = nível de significância para f.

A distribuição dos resíduos para a equação selecionada para estimar a biomassa da miscelânea pode ser observada na Figura 22.

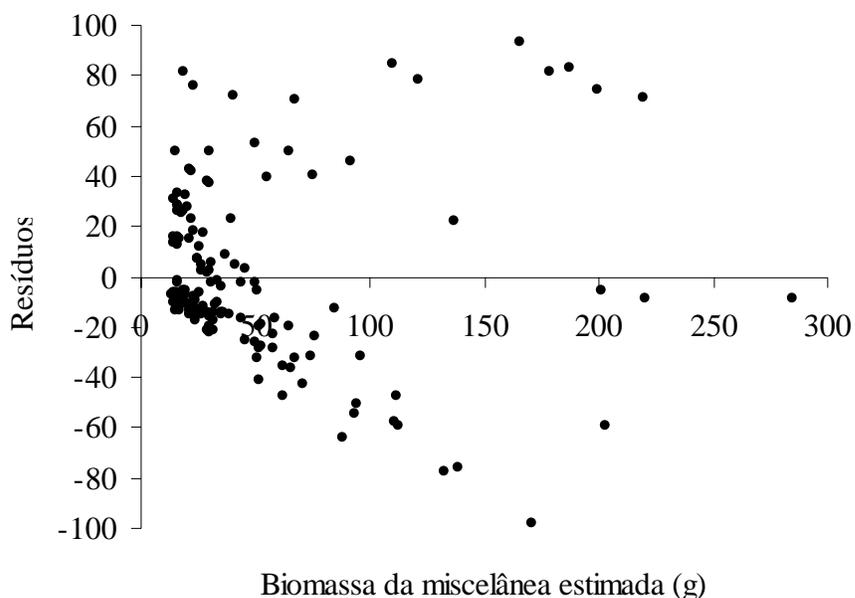


FIGURA 22 – Distribuição dos resíduos da equação utilizada para estimar a biomassa da miscelânea da regeneração 1

4.6.3 Classe de tamanho regeneração 2

4.6.3.1 Seleção de variáveis

Os resultados da avaliação do coeficiente de correlação de Pearson e as relações gráficas entre as variáveis de biomassa e dendrométricas podem ser observados na Tabela 30 e na Figura 23.

A Tabela 30 mostra que as variáveis biomassa do fuste com casca e biomassa do fuste sem casca apresentaram correlações significativas com todas as variáveis dendrométricas. As biomassas total, dos galhos vivos, dos galhos mortos, das folhas e das raízes grossas só não apresentaram

correlações altamente significativas com a variável altura do primeiro galho vivo. A biomassa da casca não obteve correlação com as variáveis dendrométricas altura do primeiro galho vivo e diâmetro da copa. Já a biomassa das raízes finas apresentou correlação significativa com o DAP, a altura e o volume. A biomassa da miscelânea demonstrou correlação apenas com a altura do primeiro galho vivo e o diâmetro da copa.

TABELA 30 – Valores para o Coeficiente de Correlação de Pearson na classe de regeneração 2

	d	h	h_{gv}	d_c	v
Biomassa total	0,887**	0,753**	0,148 ^{ns}	0,384**	0,888**
Biomassa do fuste sem casca	0,798**	0,761**	0,273*	0,292*	0,887**
Biomassa do fuste com casca	0,815**	0,763**	0,267*	0,290*	0,899**
Biomassa da casca	0,810**	0,682**	0,199 ^{ns}	0,247 ^{ns}	0,851**
Biomassa dos galhos vivos	0,700**	0,443**	0,222 ^{ns}	0,421**	0,558**
Biomassa dos galhos mortos	0,502**	0,417**	0,067 ^{ns}	0,348**	0,466**
Biomassa das folhas	0,637**	0,460**	-0,008 ^{ns}	0,410**	0,582**
Biomassa da miscelânea	0,142 ^{ns}	-0,004 ^{ns}	-0,342**	0,151*	0,035 ^{ns}
Biomassa das raízes finas	0,532**	0,226*	-0,250 ^{ns}	0,460 ^{ns}	0,768**
Biomassa das raízes grossas	0,821**	0,594*	0,009 ^{ns}	0,443*	0,768**

Onde: * significativo para 5% de probabilidade de confiança; ** significativo para 1% de probabilidade de confiança; ns = não significativo; d = diâmetro a 30 cm do solo (cm); h = altura total (m); h_{gv} = altura do primeiro galho vivo (m); d_c = diâmetro da copa (m); v = volume total (m³).

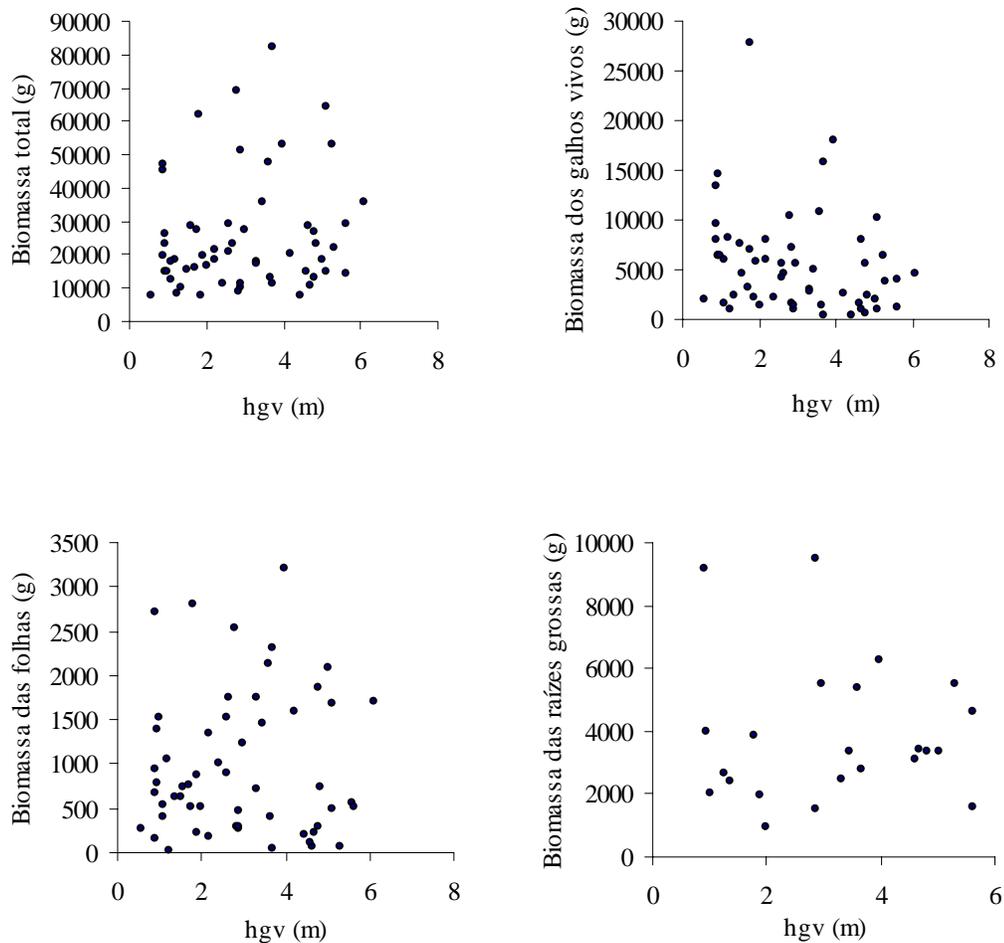


FIGURA 23 - Relação entre a altura do primeiro galho vivo com a biomassa total, biomassa dos galhos vivos, biomassa das folhas e biomassa das raízes grossas.

Na Figura 23, pode-se observar graficamente a relação entre a altura do primeiro galho vivo (h_{gv}) com a biomassa total, biomassa dos galhos vivos, biomassa das folhas e biomassa das raízes grossas. Nota-se que não existe uma relação definida entre a altura do primeiro galho vivo e as variáveis de biomassa, o que, de certa forma, está confirmando os

resultados obtidos na aplicação do coeficiente de correlação de Pearson. Em função deste resultado, optou-se por não considerar a altura do primeiro galho vivo como variável independente na construção das equações para estimar a biomassa da regeneração 2.

4.6.3.2 Construção das equações para estimar a biomassa verde

Os resultados obtidos com o procedimento estatístico stepwise para as variáveis biomassa total, biomassa do fuste com casca, biomassa do fuste sem casca, biomassa da casca, biomassa dos galhos vivos, biomassa dos galhos mortos, biomassa das folhas, biomassa das raízes finas, biomassa das raízes grossas e biomassa da miscelânea são apresentados nas Tabelas 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39 e 40.

Na determinação das equações para estimar a biomassa e na quantificação de carbono orgânico da classe de tamanho regeneração 2, foram medidos e pesados 57 indivíduos.

4.6.3.2.1 Determinação da equação para estimar a biomassa total

Na Tabela 31 observa-se que a adição da variável (d^3/h) não aumentou o poder de predição da equação para estimar a biomassa total, mantendo o R^2_{aj} . No entanto, diminuiu o $Syx\%$ e melhorou consideravelmente a distribuição dos resíduos.

TABELA 31 – Resultados obtidos com o procedimento estatístico stepwise para a biomassa total

P	V.d	V.i	b_j	$Syxb_j$	Tb_j	Prob>t	R^2_{aj}	Syx%	F	Prob>F
1	Bt	d^2h	72,130	1,450	49,76	0,001	0,98	4183,45	2476,204	0,001
2	Bt	d^2h	62,591	3,620	17,29	0,001	0,98	3933,15	1004,746	0,001
		d^3/h	103,218	36,286	2,84	0,006				

Onde: P = passo; V.d = variável dependente; V.i = variável independente; b_j = parâmetros ajustados; $Syxb_j$ = erro padrão para o parâmetro b_j ; Tb_j = valor de t para os parâmetros ajustados; prob>t = nível de significância para T; R^2_{aj} = coeficiente de determinação ajustado para a equação; Syx% = erro padrão de estimativa em porcentagem para a equação; f = valor de f para a equação; probf = nível de significância para f.

A distribuição dos resíduos para a equação selecionada para estimar a biomassa total da regeneração 2 pode ser observada na Figura 24.

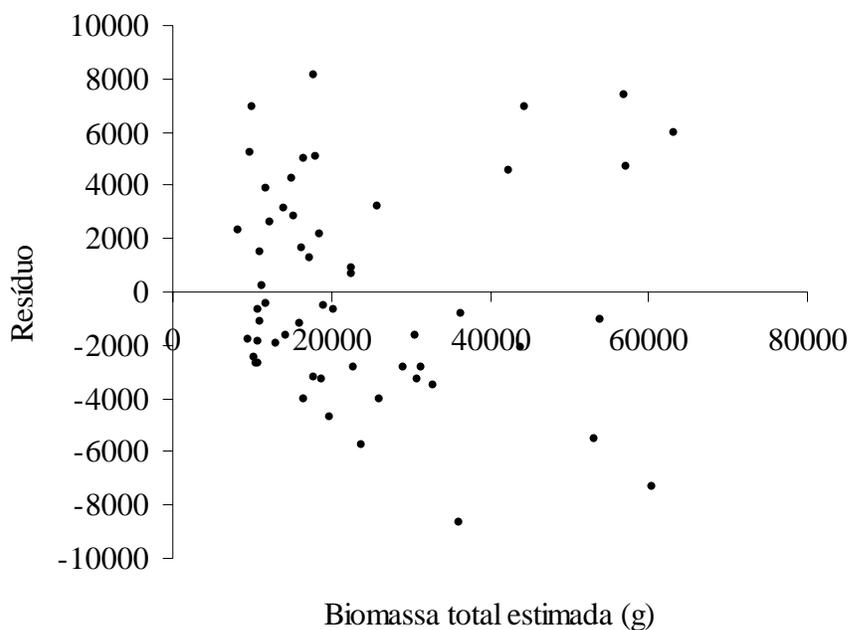


FIGURA 24 – Distribuição dos resíduos da equação utilizada para estimar a biomassa total da regeneração 2

4.6.3.2.2 Determinação da equação para estimar a biomassa do fuste com casca

Na Tabela 32, pode-se observar que, com a adição da variável ($\ln d^2h$), o poder de predição da equação para estimar a biomassa do fuste com casca aumentou, porém a equação não apresentou uma boa distribuição dos resíduos. Já o primeiro modelo, com (d^2h) como variável independente, apresentou um maior valor de f calculado e boa distribuição dos resíduos. Observa-se que todos os coeficientes foram altamente significativos.

TABELA 32 – Resultados obtidos com o procedimento estatístico stepwise para a biomassa do fuste com casca

P	V.d	V.i	b_j	$Syxb_j$	Tb_j	Prob>t	R^2_{aj}	Syx%	F	Prob>F
1	Fuste/cc	Const.	-1889,882	770,356	-2,45	0,018	0,92	3171,98	599,95	0,001
		d^2h	49,311	2,013	24,49	0,001				
2	Fuste/cc	Const.	36061,984	9574,638	3,766	0,001	0,94	2798,81	393,20	0,001
		d^2h	70,946	5,727	12,39	0,001				
		$\ln d^2h$	-8050,911	2025,992	-3,97	0,001				

Onde: P = passo; V.d = variável dependente; V.i = variável independente; b_j = parâmetros ajustados; $Syxb_j$ = erro padrão para o parâmetro b_j ; Tb_j = valor de t para os parâmetros ajustados; prob>t = nível de significância para T; R^2_{aj} = coeficiente de determinação ajustado para a equação; Syx% = erro padrão de estimativa em porcentagem para a equação; f = valor de f para a equação; probf = nível de significância para f.

A distribuição dos resíduos para a equação selecionada para estimar a biomassa do fuste com casca da regeneração 2 pode ser observada na Figura 25.

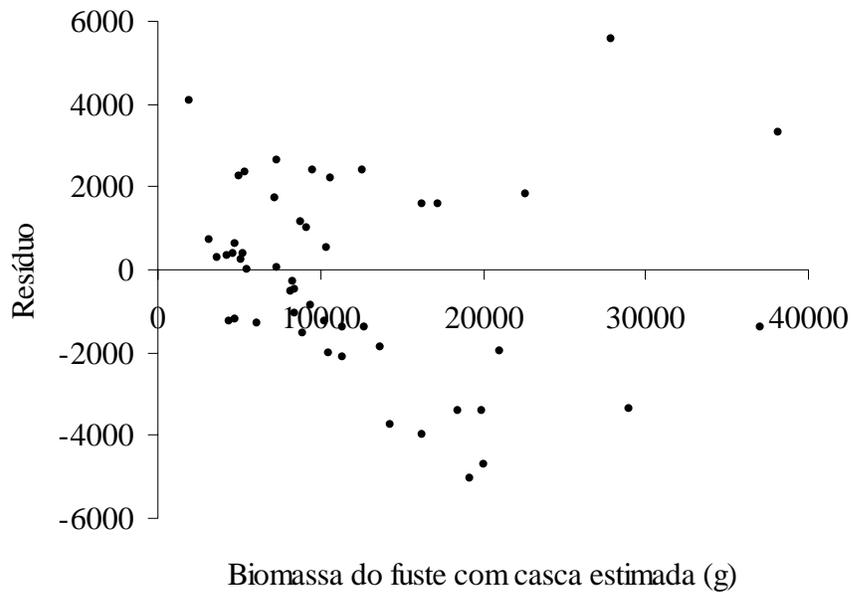


FIGURA 25 – Distribuição dos resíduos da equação utilizada para estimar a biomassa do fuste com casca da regeneração 2

4.6.3.2.3 Determinação da equação para estimar a biomassa do fuste sem casca

Na Tabela 33 pode-se notar que a adição da variável ($\ln d^2/h$) aumentou o poder de validação da equação para estimar a biomassa do fuste sem casca, porém não apresentou uma boa distribuição dos resíduos. Já a equação com variável (d^2/h) apresentou um maior valor do f calculado e uma melhor distribuição dos resíduos.

TABELA 33 – Resultados obtidos com o procedimento estatístico stepwise para a biomassa do fuste sem casca

P	V.d	V.i	b_j	$Syxb_j$	Tb_j	Prob>t	R^2_{aj}	Syx%	F	Prob>F
1	Fuste/sc	Const.	-1886,722	671,491	-2,81	0,007	0,92	2764,90	594,74	0,001
		d^2h	42,792	1,755	24,39	0,001				0,001
2	Fuste/sc	Const.	32220,288	8264,081	3,89	0,001	0,94	2415,71	398,12	0,001
		d^2h	62,239	4,943	12,59	0,001				
		$\ln d^2h$	-7235,295	1748,679	-4,14	0,001				

Onde: P = passo; V.d = variável dependente; V.i = variável independente; b_j = parâmetros ajustados; $Syxb_j$ = erro padrão para o parâmetro b_j ; Tb_j = valor de t para os parâmetros ajustados; prob>t = nível de significância para T; R^2_{aj} = coeficiente de determinação ajustado para a equação; Syx% = erro padrão de estimativa em porcentagem para a equação; f = valor de f para a equação; probf = nível de significância para f.

A distribuição dos resíduos para a equação selecionada para estimar a biomassa do fuste sem casca da regeneração 2 pode ser observada na Figura 26.

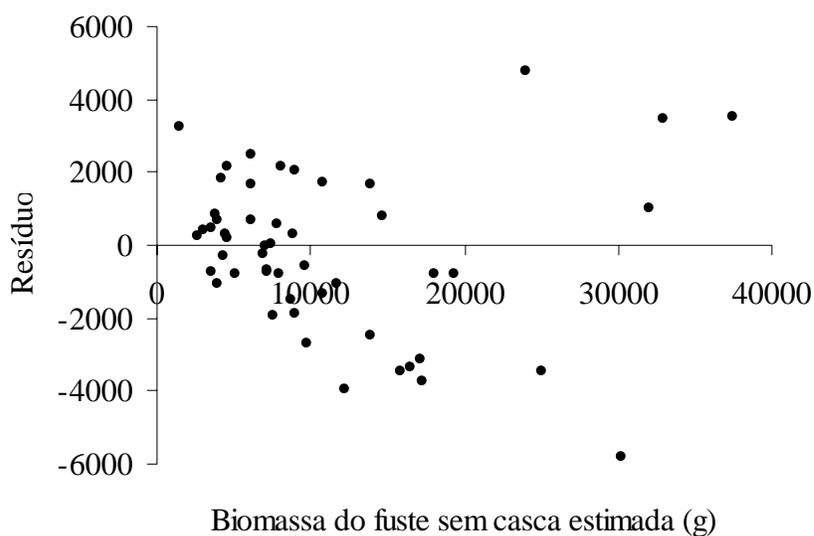


FIGURA 26 – Distribuição dos resíduos da equação utilizada para estimar a biomassa do fuste sem casca da regeneração 2

4.6.3.2.4 Construção da equação para estimar a biomassa da casca

Na Tabela 34, pode-se observar que o modelo com a variável (d^2/h) tem um alto valor de R^2_{aj} , além de apresentar uma boa distribuição dos resíduos para estimar a biomassa da casca, comparando-se com equações logaritmizadas e com o intercepto.

TABELA 34 – Resultados obtidos com o procedimento estatístico stepwise para a biomassa da casca

P	V.d	V.i	b_j	$Syxb_j$	Tb_j	Prob>t	R^2_{aj}	Syx%	F	Prob>F
1	Casca	d^2/h	6,224	0,248	25,111	0,001	0,92	601,02	350,571	0,001

Onde: P = passo; V.d = variável dependente; V.i = variável independente; b_j = parâmetros ajustados; $Syxb_j$ = erro padrão para o parâmetro b_j ; Tb_j = valor de t para os parâmetros ajustados; prob>t = nível de significância para T; R^2_{aj} = coeficiente de determinação ajustado para a equação; Syx% = erro padrão de estimativa em porcentagem para a equação; f = valor de f para a equação; probf = nível de significância para f.

A distribuição dos resíduos para a equação selecionada para estimar a biomassa da casca da regeneração 2 pode ser observada na Figura 27.

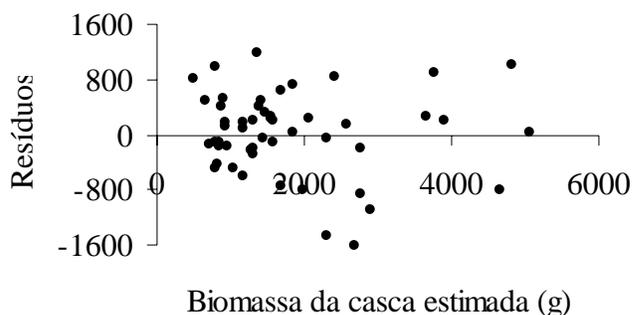


FIGURA 27 – Distribuição dos resíduos da equação utilizada para estimar a biomassa da casca da regeneração 2

4.6.3.2.5 Determinação da equação para estimar a biomassa dos galhos vivos

Na Tabela 35 pode-se observar que a adição da variável (dc^2) aumentou o poder de predição da equação para estimar a biomassa dos galhos vivos, possuindo um maior valor do R^2_{aj} e um menor valor do $Syx\%$ e apresentando boa distribuição dos resíduos.

TABELA 35 – Resultados obtidos com o procedimento estatístico stepwise para a biomassa dos galhos vivos

P	V.d	V.i	b_j	$Syxb_j$	Tb_j	Prob>t	R^2_{aj}	$Syx\%$	F	Prob>f
1	Galhos V	d^3	18,183	1,222	14,885	0,001	0,80	2946,37	221,57	0,001
2	Galhos V	d^3	12,607	2,169	5,813	0,001	0,82	2749,96	131,74	0,001
		dc^2	86,862	86,862	3,023	0,004				

Onde: P = passo; V.d = variável dependente; V.i = variável independente; b_j = parâmetros ajustados; $Syxb_j$ = erro padrão para o parâmetro b_j ; Tb_j = valor de t para os parâmetros ajustados; prob>t = nível de significância para T; R^2_{aj} = coeficiente de determinação ajustado para a equação; $Syx\%$ = erro padrão de estimativa em porcentagem para a equação; f = valor de f para a equação; probf = nível de significância para f.

A distribuição dos resíduos para a equação selecionada para estimar a biomassa dos galhos vivos pode ser observada na Figura 28.

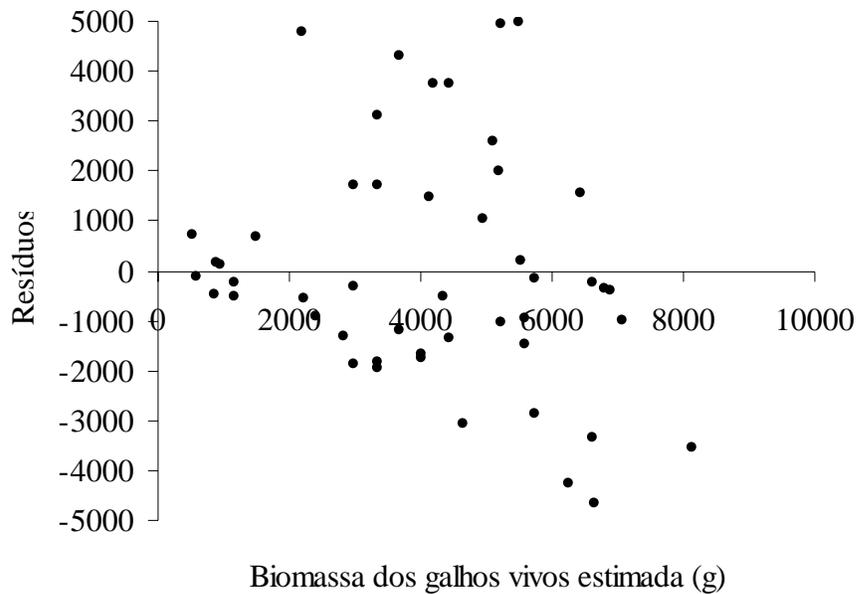


FIGURA 28 – Distribuição dos resíduos da equação utilizada para estimar a biomassa dos galhos vivos

4.6.3.2.6 Determinação da equação para estimar a biomassa dos galhos mortos

Na Tabela 36 pode-se nota-se que a equação com a variável (v) obteve a melhor distribuição dos resíduos, comparando-se com as equações logaritmizadas e com as equações com o intercepto para estimar a biomassa dos galhos mortos.

TABELA 36 – Resultados obtidos com o procedimento estatístico stepwise para a biomassa dos galhos mortos

P	V.d	V.i	b_j	$Syxb_j$	Tb_j	Prob>t	R^2_{aj}	Syx%	F	Prob>F
1	Galhos M	v	10960,817	1415,853	7,74	0,001	0,56	164,22	59,93	0,001

Onde: P = passo; V.d = variável dependente; V.i = variável independente; b_j = parâmetros ajustados; $Syxb_j$ = erro padrão para o parâmetro b_j ; Tb_j = valor de t para os parâmetros ajustados; prob>t = nível de significância para T; R^2_{aj} = coeficiente de determinação ajustado para a equação; Syx% = erro padrão de estimativa em porcentagem para a equação; f = valor de f para a equação; probf = nível de significância para f; v = volume do fuste.

A distribuição dos resíduos para a equação selecionada para estimar a biomassa dos galhos mortos pode ser observada na Figura 29.

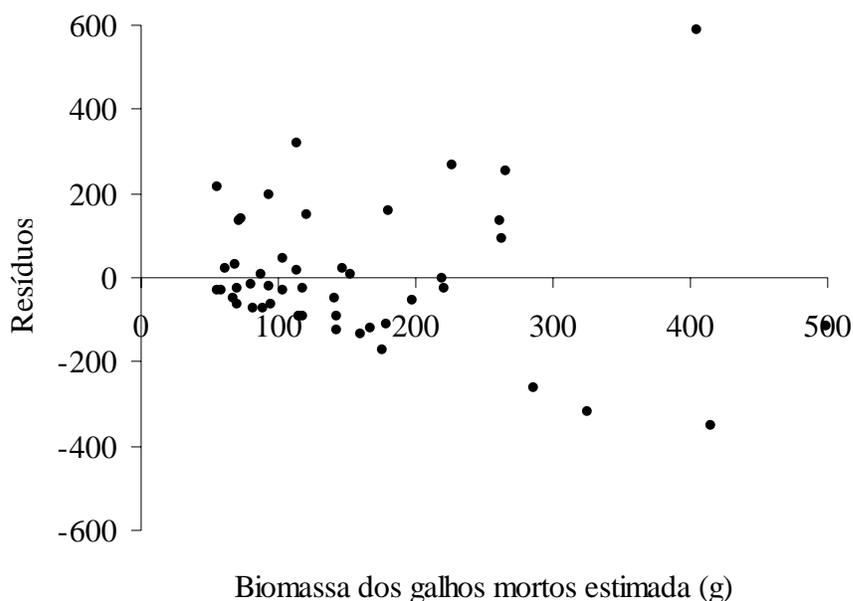


FIGURA 29 – Distribuição dos resíduos da equação utilizada para estimar a biomassa dos galhos mortos da regeneração 2

4.6.3.2.7 Determinação da equação para estimar a biomassa das folhas

Na Tabela 37, verifica-se que a adição da variável (dc^3) aumentou o poder de predição da equação, porém não demonstrou uma boa distribuição dos resíduos. Já a equação que apresentou somente a variável (d^3) melhorou a distribuição dos resíduos, sendo, portanto, a selecionada.

TABELA 37 – Resultados obtidos com o procedimento estatístico stepwise para a biomassa das folhas

P	V.d	V.i	b_j	$Syxb_j$	Tb_j	Prob>t	R^2_{aj}	$Syx\%$	F	Prob>F
1	Folhas	d^3	3,400	0,234	14,53	0,001	0,79	572,05	211,11	0,001
2	Folhas	d^3	2,516	0,350	7,19	0,001	0,82	528,21	128,99	0,001
		dc^3	15,986	4,973	3,22	0,002				

Onde: P = passo; V.d = variável dependente; V.i = variável independente; b_j = parâmetros ajustados; $Syxb_j$ = erro padrão para o parâmetro b_j ; Tb_j = valor de t para os parâmetros ajustados; prob>t = nível de significância para T; R^2_{aj} = coeficiente de determinação ajustado para a equação; $Syx\%$ = erro padrão de estimativa em porcentagem para a equação; f = valor de f para a equação; probf = nível de significância para f.

A distribuição dos resíduos para esta equação pode ser observada na Figura 30.

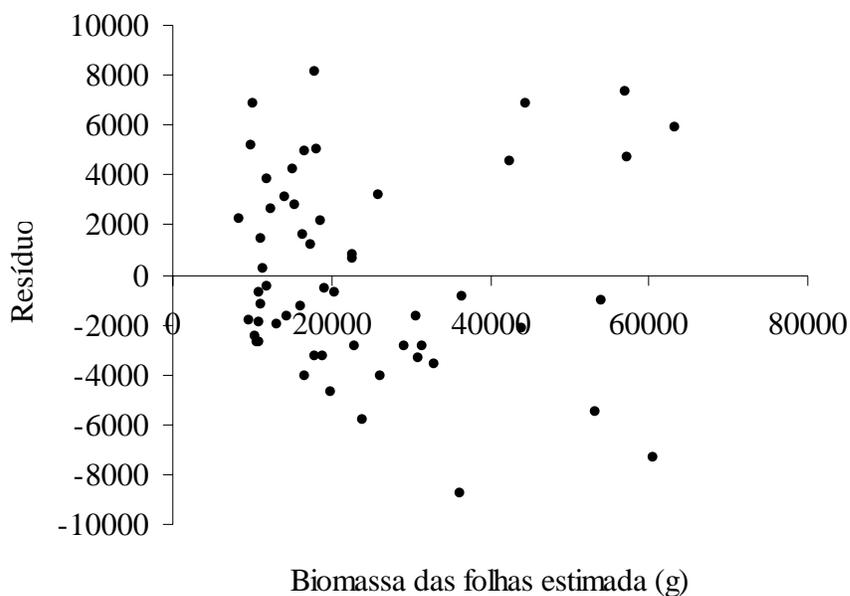


FIGURA 30 – Distribuição dos resíduos da equação utilizada para estimar a biomassa das folhas da regeneração 2

4.6.3.2.8 Determinação da equação para estimar a biomassa das raízes finas

Na Tabela 38, pode-se notar que a adição da variável $(1/d^2h)$ aumentou o poder de predição da equação para estimar a biomassa das raízes finas, mantendo os valores R^2_{aj} , aumentado o valor do f calculado, diminuindo o valor de $Syx\%$ e melhorando consideravelmente a distribuição dos resíduos. Verifica-se que todos os coeficientes foram altamente significativos.

TABELA 38 – Resultados obtidos com o procedimento estatístico stepwise para a biomassa das raízes finas

P	V.d	V.i	b_j	$Syxb_j$	Tb_j	Prob>t	R^2_{aj}	Syx%	F	Prob>F
1	LnRfinas	ln d	2,673	0,055	48,99	0,001	0,99	0,48	2399,66	0,001
2	LnRfinas	ln d	2,394	0,050	47,45	0,001	0,99	0,27	3813,24	0,001
		1/d ² h	137,316	19,723	6,96	0,001				

Onde: P = passo; V.d = variável dependente; V.i = variável independente; b_j = parâmetros ajustados; $Syxb_j$ = erro padrão para o parâmetro b_j ; Tb_j = valor de t para os parâmetros ajustados; prob>t = nível de significância para T; R^2_{aj} = coeficiente de determinação ajustado para a equação; Syx% = erro padrão de estimativa em porcentagem para a equação; f = valor de f para a equação; probf = nível de significância para f.

A distribuição dos resíduos para a equação selecionada para estimar a biomassa das raízes finas pode ser observada na Figura 31.

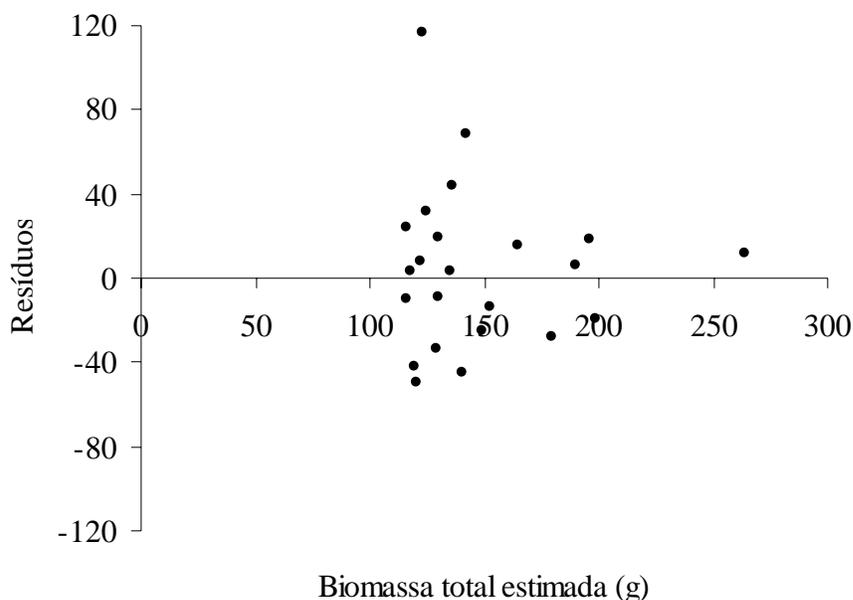


FIGURA 31 – Distribuição dos resíduos da equação utilizada para estimar a biomassa das raízes finas da regeneração 2

4.6.3.2.9 Construção da equação para estimar a biomassa das raízes grossas

Na Tabela 39, a equação com a variável (d) possui uma boa predição para estimar a biomassa das raízes grossas. Comparada às equações logaritmizadas e às equações sem o intercepto, esta apresenta a melhor distribuição dos resíduos. Observa-se que todos os coeficientes foram altamente significativos.

TABELA 39 – Resultados obtidos com o procedimento estatístico stepwise para a biomassa das raízes grossas

P	V.d	V.i	b_j	$Syxb_j$	Tb_j	Prob>t	R^2_{aj}	$Syx\%$	F	Prob>F
1	Rgrossas	Const.	-5817,387	1499,594	-3,88	0,001	0,67	1437,98	45,74	0,001
		d	1541,177	227,876	6,76	0,001				

Onde: P = passo; V.d = variável dependente; V.i = variável independente; b_j = parâmetros ajustados; $Syxb_j$ = erro padrão para o parâmetro b_j ; Tb_j = valor de t para os parâmetros ajustados; prob>t = nível de significância para T; R^2_{aj} = coeficiente de determinação ajustado para a equação; $Syx\%$ = erro padrão de estimativa em porcentagem para a equação; f = valor de f para a equação; probf = nível de significância para f.

A distribuição dos resíduos para a equação selecionada para estimar a biomassa das raízes grossas pode ser observada na Figura 32.

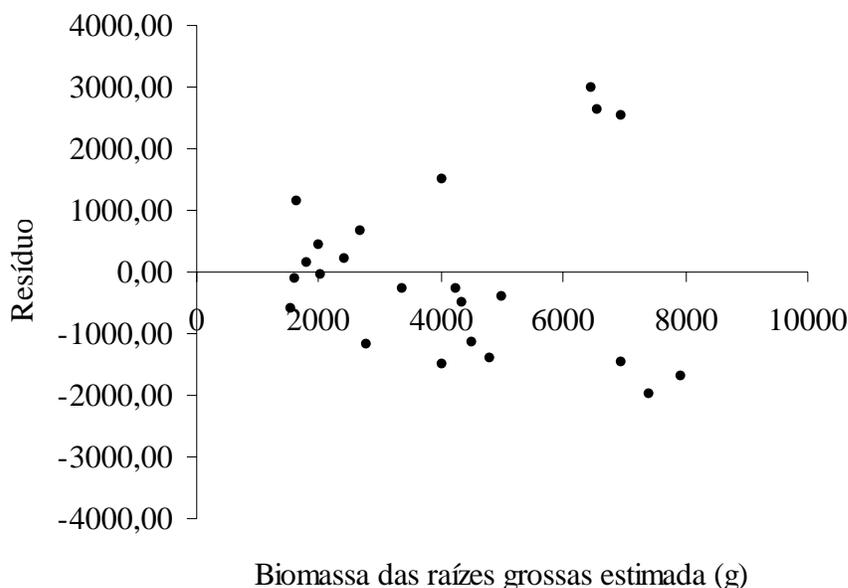


FIGURA 32 – Distribuição dos resíduos da equação utilizada para estimar a biomassa das raízes grossas

4.6.3.2.10 Determinação da equação para estimar a biomassa da miscelânea

TABELA 40 – Resultados obtidos com o procedimento estatístico stepwise para a biomassa da miscelânea

P	V.d	V.i	b_i	$Syxb_i$	Tb_i	Prob>t	R^2_{aj}	Syx%	F	Prob>F
1	Lnmisc	ln dc	261,887	28,638	9,14	0,001	0,61	199,36	83,63	0,001

Onde: P = passo; V.d = variável dependente; V.i = variável independente; b_j = parâmetros ajustados; $Syxb_j$ = erro padrão para o parâmetro b_j ; Tb_j = valor de t para os parâmetros ajustados; prob>t = nível de significância para T; R^2_{aj} = coeficiente de determinação ajustado para a equação; Syx% = erro padrão de estimativa em porcentagem para a equação; f = valor de f para a equação; probf = nível de significância para f.

Na Tabela 40 observa-se que a equação com a variável (ln dc) apresentou uma boa predição para estimar a biomassa da miscelânea. Em comparação com equações logaritmizadas e com o intercepto, obteve a melhor distribuição dos resíduos, que pode ser observada na Figura 33.

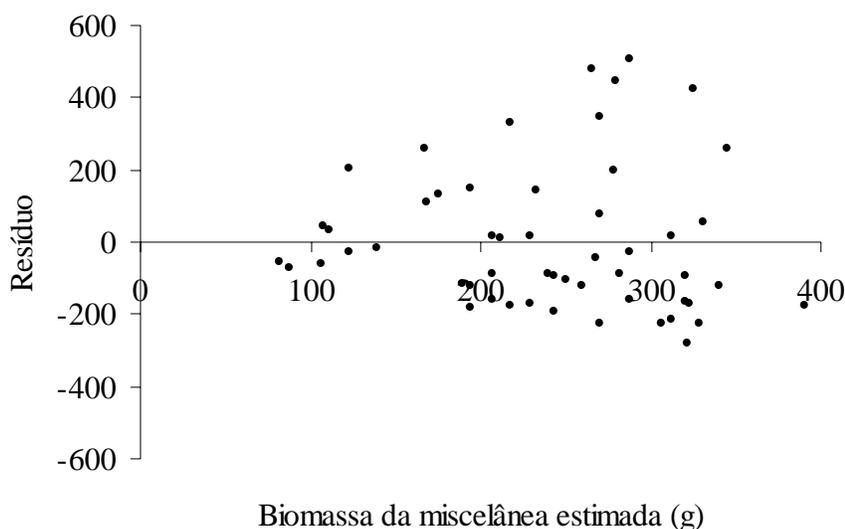


FIGURA 33 – Distribuição dos resíduos da equação utilizada para estimar a biomassa da miscelânea da regeneração 2

4.7 Avaliação das estimativas de biomassa úmida

Algumas equações apresentaram alto erro padrão da estimativa, sendo que as equações logaritmizadas apresentaram valores bem inferiores para este parâmetro, porém essas equações apresentaram distribuição dos resíduos totalmente tendenciosa, não sendo selecionadas.

Na aferição das equações ajustadas, verificou-se se os valores observados diferiam significativamente dos valores estimados, através do teste χ^2 (qui-quadrado).

TABELA 41 – Avaliação das estimativas de biomassa úmida

Plântulas					
Frações	Vo	Ve	Dif%	χ^2	Prob
Biomassa total	2.971,939	3.134,501	5,47	8,431	0,005
Fuste	1.271,658	1.450,271	14,05	21,998	0,005
Galhos	450,893	456,609	1,27	0,071	0,005
Folhas	407,013	400,721	1,55	0,099	0,005
Raízes	734,108	777,000	5,84	2,368	0,005
Miscelânea	108,267	98,733	8,81	0,921	0,005
Σ Frações	2.971,939	3.183,328	7,11		
Regeneração 1					
Biomassa total	14.230,848	13.701,920	3,71	20,418	0,005
Fuste	6.653,697	6.653,706	0,00	0,000	0,005
Galhos	3.029,991	2.583,943	14,72	76,988	0,005
Folhas	947,590	527,590	12,66	17,400	0,005
Raízes finas	364,512	245,054	32,77	58,233	0,005
Raízes grossas	2.864,454	2.786,800	2,71	2,164	0,005
Miscelânea	370,604	364,377	1,68	0,106	0,005
Σ Frações	14.230,848	13.461,470	5,41		
Regeneração 2					
Biomassa total	14.426,813	13.904,940	3,62	19,587	0,005
Fuste c/ casca	8.515,520	8.279,516	0,78	6,727	0,005
Fuste s/ casca	6.956,013	7.009,778	0,77	0,412	0,005
Casca	1.259,507	1.110,372	6,64	20,031	0,005
Galhos vivos	3.176,110	3.066,208	3,55	4,157	0,005
Galhos mortos	124,543	90,608	27,25	12,709	0,005
Folhas	540,829	539,017	0,33	0,006	0,005
Raízes finas	85,715	83,080	3,07	0,084	0,005
Raízes grossas	2.107,220	2.175,364	3,23	2,134	0,005
Miscelânea	173,877	136,265	21,63	10,382	0,005
Σ Frações (fu c/c)	14.426,813	14.370,058	0,39		
Σ Frações (fu s/c e c)	14.426,813	14.210,692	1,50		
Σ Biomassa total	31.629,600	30.741,361	2,81		

Onde: Vo = valor observado em kg/ha; Ve = valor estimado em kg/ha; Dif% = diferença entre o valor observado e valor estimado em porcentagem; χ^2 = qui-quadrado; Prob = nível de significância para o valor de qui-quadrado; fu c/c = fuste com casca; fu s/c = fuste sem casca; c = casca.

Os valores estimados para a biomassa úmida das plântulas, regeneração 1 e regeneração 2 não diferiram significativamente dos valores observados em nível de 99% de probabilidade. O Valor do χ^2 tabelado para as plântulas foi 108,22, para a regeneração 1 foi 112,48 e para a regeneração 2 foi 35,5, sendo que todos os valores calculados foram menores que os tabelados (Tabela 41).

Na avaliação da classe de tamanho plântulas o valor estimado da biomassa total foi 5,47% superior ao valor observado. O valor da biomassa dos galhos estimada foi 1,27% superior ao valor observado, sendo esta a estimativa mais próxima do valor real. A biomassa do fuste estimada foi a fração que mais diferiu do valor observado, sendo 14,05% superior. Comparando o valor estimado da biomassa total com o somatório das frações estimadas, a diferença entre os dois valores foi de 1,55%. A estimativa da biomassa total se aproxima mais do valor real do que o somatório das frações.

Na avaliação da regeneração 1, o valor estimado da biomassa total foi 5,41% inferior ao valor observado. A biomassa das raízes finas foi a fração que mais diferiu do valor observado, sendo 32,77% inferior. O valor da biomassa do fuste estimada foi praticamente igual ao valor da biomassa do fuste observada. Comparando o valor estimado da biomassa total com o somatório das frações estimadas, a diferença entre os dois valores é de 1,76%. A estimativa da biomassa total se aproximou mais do valor real do que o somatório das frações.

Na avaliação da regeneração 2, o valor estimado da biomassa total foi 3,62% inferior ao valor observado 1. A biomassa das folhas estimada foi a fração que mais se aproximou do valor observado, sendo 0,33% inferior. O valor da biomassa dos galhos mortos estimada foi 27,25% inferior ao valor observado, sendo a estimativa que mais diferiu do valor real. Comparando-se o valor estimado da biomassa total com o somatório das frações estimadas, considerando o fuste com a casca, a diferença entre os dois valores é de 0,39%. Comparando-se o valor estimado da biomassa total com o somatório das frações estimadas, considerando as frações do fuste sem casca e a casca separadamente, a diferença entre os dois valores é de 1,50%. A estimativa da biomassa total, que mais se aproximou do valor real foi o somatório das frações do fuste com casca.

Comparando-se o somatório da biomassa total estimada das plântulas, regeneração 1 e regeneração 2, obteve-se uma diferença de 2,81% inferior ao valor real. Koehler *et al.* (2002) encontraram para a biomassa total acima do solo, equações que forneciam valores 22% inferiores ao valor real sem a correção da discrepância logaritmica e valores 13% inferiores com a correção da discrepância logartmica.

4.8 Equações para estimar a biomassa seca

As equações para estimar a biomassa seca obtidas com o procedimento stepwise estão apresentadas na Tabela 42, e o ajuste é observado na Tabela 43.

TABELA 42 – Equações obtidas com o procedimento stepwise para estimar a biomassa seca

Plântulas	
Frações	Equação
Biomassa total	$BT = b_1PU$
Fuste	$Fu = b_1PU$
Galhos	$G = b_1PU$
Folhas	$Fo = b_0 + b_1PU$
Raízes	$R = b_1PU$
Miscelânea	$M = b_1PU$
Regeneração 1	
Biomassa total	$BT = b_0 + b_1PU + b_2PU^2$
Fuste	$Fu = b_0 + b_1PU + b_2PU^2$
Galhos	$G = b_1PU + b_2PU^2$
Folhas	$Fo = b_1PU$
Raízes finas	$RF = b_1PU$
Raízes grossas	$RG = b_1PU$
Miscelânea	$M = b_1PU$
Regeneração 2	
Biomassa total	$BT = b_0 + b_1PU$
Fuste c/ casca	$Fuc/c = b_1PU$
Fuste s/ casca	$Fus/c = b_1PU + b_2PU^2$
Casca	$C = b_1PU$
Galhos vivos	$GV = b_1PU$
Galhos mortos	$GM = b_1PU$
Folhas	$Fo = b_1PU$
Raízes finas	$RF = b_1PU$
Raízes grossas	$RG = b_1PU$
Miscelânea	$M = b_0 + b_1PU$

Onde: b_0 , b_1 e b_2 = coeficientes; PU = peso da biomassa úmida

TABELA 43 – Ajuste das equações obtidas com o procedimento stepwise para estimar a biomassa seca

Plântulas					
Frações	b₀	b₁	b₂	R²_{aj}	Syx%
Biomassa total		0,588		0,98	8,38
Fuste		0,533		0,98	4,60
Galhos		0,589		0,95	2,81
Folhas	0,327	0,440		0,91	1,45
Raízes		0,588		0,98	2,21
Miscelânea		0,715		0,96	0,62
Regeneração 1					
Biomassa total	-103,199	0,642	-0,00000583	0,98	192,93
Fuste	-33,577	0,641	-0,000014	0,98	118,67
Galhos		0,685	-0,0000197	0,98	97,22
Folhas		0,486		0,94	30,56
Raízes finas		0,617		0,89	20,94
Raízes grossas		0,546		0,99	32,14
Miscelânea		0,565		0,96	9,14
Regeneração 2					
Biomassa total	-1446,045	0,635		0,96	2.127,39
Fuste c/ casca		0,605		0,98	1.713,21
Fuste s/ casca		0,528	0,000002465	0,98	1.485,39
Casca		0,598		0,98	308,33
Galhos vivos		0,591		0,98	537,08
Galhos mortos		0,864		0,96	66,10
Folhas		0,505		0,97	101,43
Raízes finas		0,559		0,98	11,19
Raízes grossas		0,513		0,98	353,45
Miscelânea	30,967	0,576		0,85	74,94

Onde: b₀, b₁ e b₂ = coeficientes; R²_{aj} = coeficiente de determinação ajustado para a equação; Syx% = erro padrão de estimativa em porcentagem para a equação.

As Figuras 34, 35, 36, 37, 38 e 39 apresentam as relações gráficas entre a biomassa seca e a biomassa úmida com o modelo selecionado para cada fração.

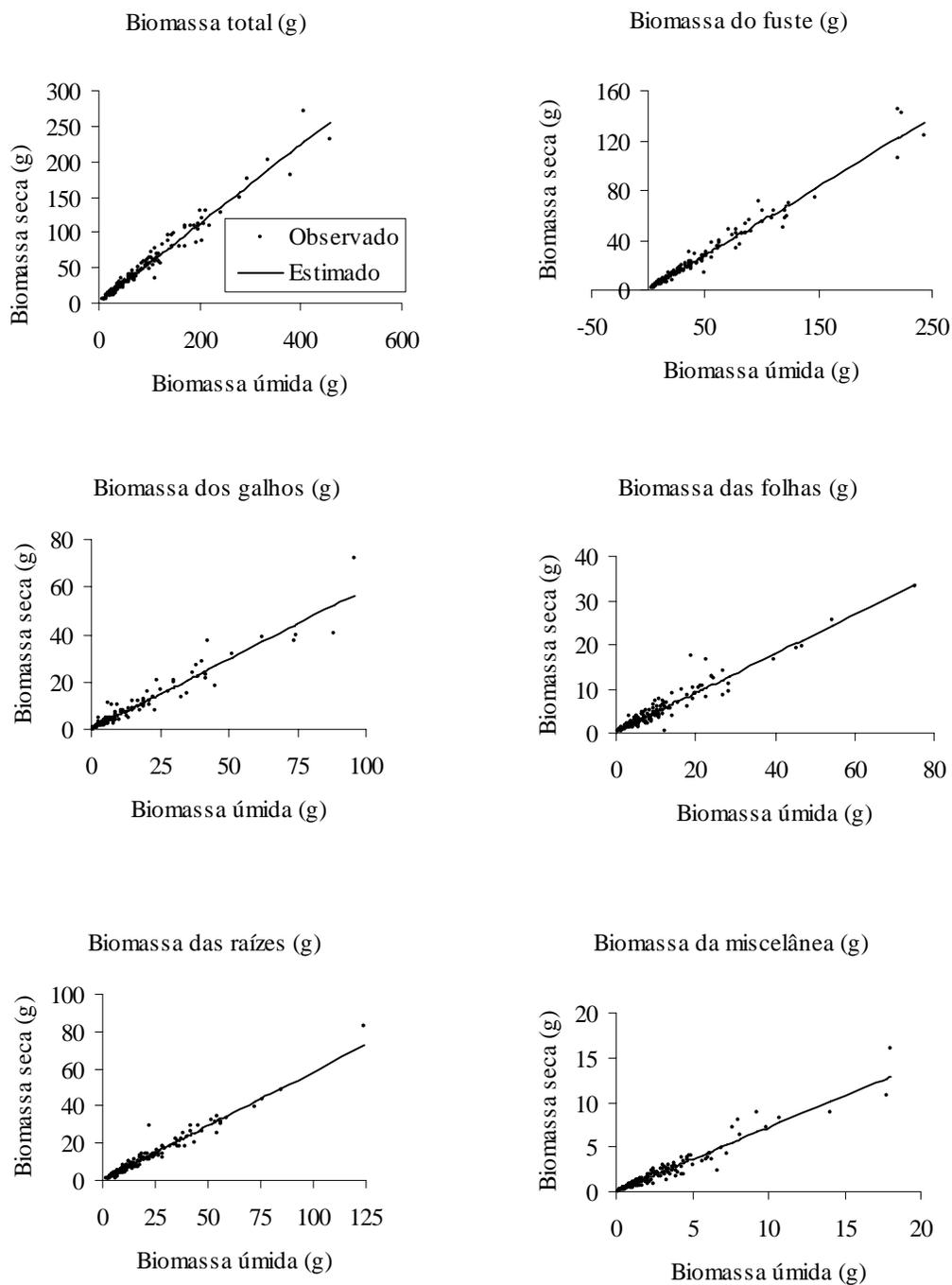


FIGURA 34: Relações gráficas das frações de biomassa para a classe de tamanho plântulas

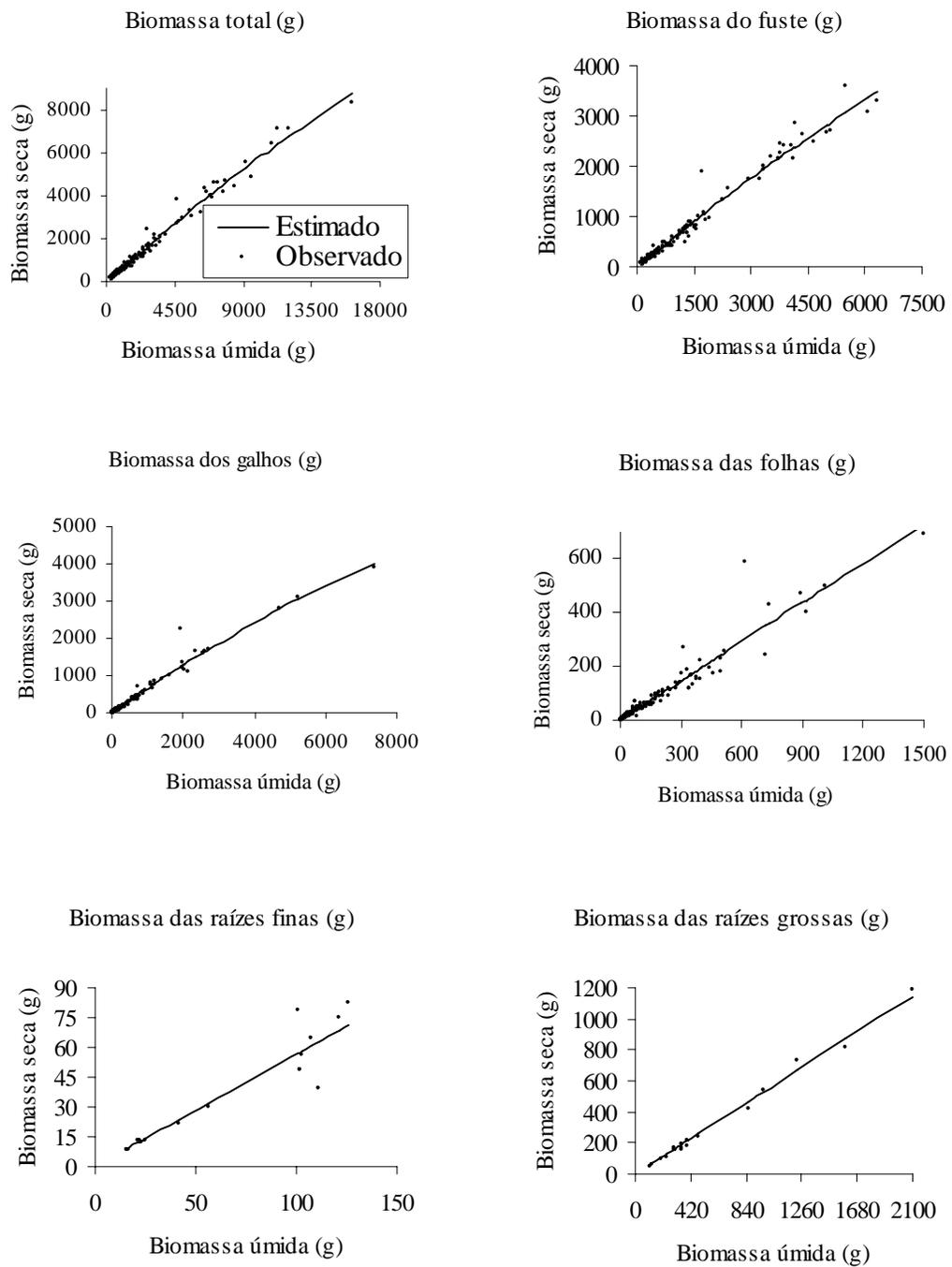


FIGURA 35 - Relações gráficas das frações de biomassa para a classe de tamanho regeneração 1

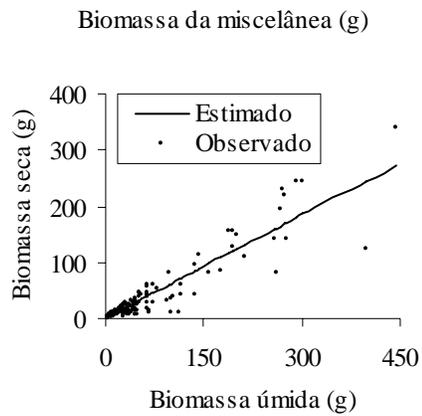


FIGURA 36 - Relações gráficas das frações de biomassa para a classe de tamanho regeneração 1

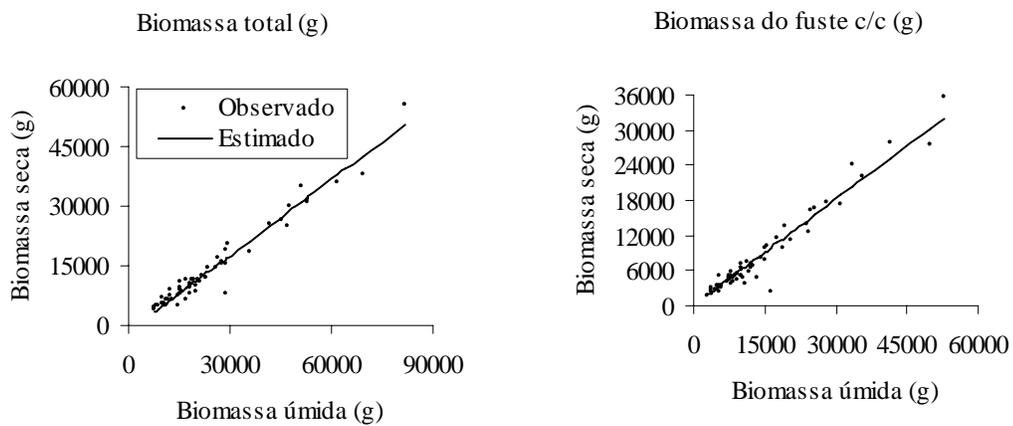


FIGURA 37 - Relações gráficas das frações de biomassa para a classe de tamanho regeneração 2

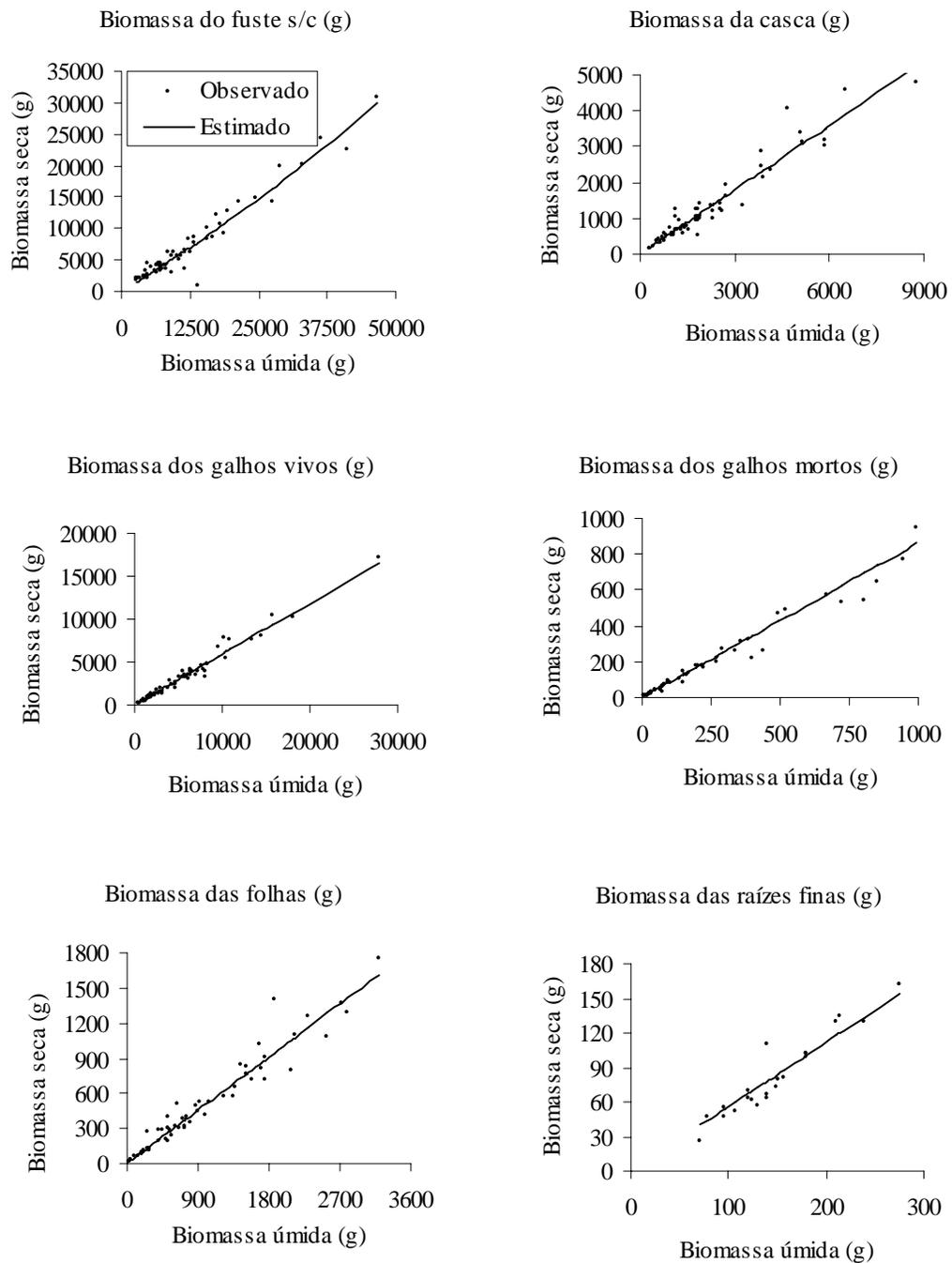


FIGURA 38 - Relações gráficas das frações de biomassa para a classe de tamanho regeneração 2

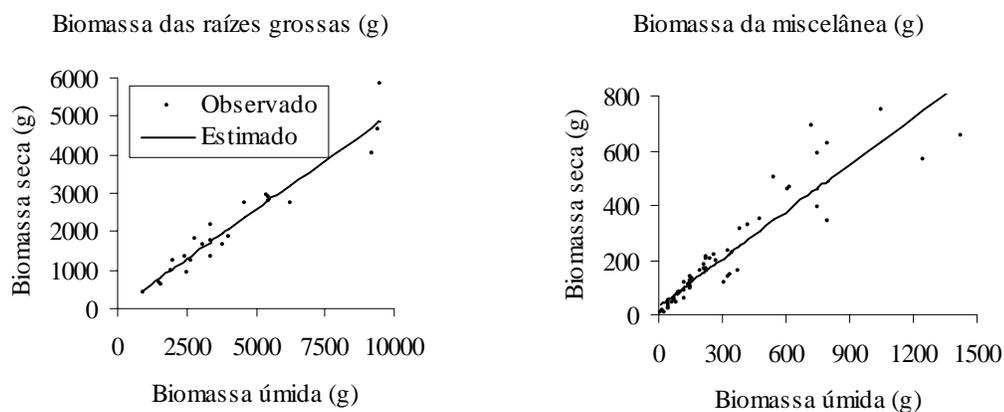


FIGURA 39 - Relações gráficas das frações de biomassa para a classe de tamanho regeneração 2

4.9 Avaliação das estimativas de biomassa seca

Na aferição das equações ajustadas, verificou-se que os valores observados diferiam significativamente dos valores estimados, através do teste χ^2 (qui-quadrado), que mede a discrepância entre os valores observados e estimados (Tabela 44).

Os valores estimados para a biomassa seca das plântulas, regeneração 1 e regeneração 2 não diferem significativamente dos valores observados em nível de 99% de probabilidade. O Valor do χ^2 tabelado para as plântulas foi 108,22, para a regeneração 1 foi 112,48 e para a regeneração 2 foi 35,5. Todos os valores calculados foram menores que os tabelados.

TABELA 44 – Avaliação das estimativas de biomassa seca

Plântulas					
Frações	Vo	Ve	Dif%	χ^2	Prob
Biomassa total	1.668,279	1.747,500	4,75	3,591	0,005
Fuste	707,378	703,227	0,59	0,025	0,005
Galhos	272,050	265,576	2,38	0,158	0,005
Folhas	186,651	191,476	2,58	0,122	0,005
Raízes	427,679	431,655	0,93	0,037	0,005
Miscelânea	74,521	77,410	3,88	0,108	0,005
Σ Frações	1.668,279	1.669,344	0,06	0,001	
Regeneração 1					
Biomassa total	8.070,787	8.065,531	0,06	0,003	0,005
Fuste	3.806,840	3.804,765	0,05	0,001	0,005
Galhos	1.844,497	1.937,202	5,03	4,436	0,005
Folhas	457,813	460,529	0,59	0,016	0,005
Raízes finas	204,870	205,950	0,53	0,006	0,005
Raízes grossas	1.528,970	1.563,992	2,29	0,784	0,005
Miscelânea	217,798	228,663	4,99	0,516	0,005
Σ Frações	8.060,787	8.201,101	1,74		
Regeneração 2					
Biomassa total	8.339,579	8.336,781	0,03	0,001	0,005
Fuste c/ casca	4.845,724	4.970,390	2,57	3,127	0,005
Fuste s/ casca	4.027,322	4.012,077	0,38	0,058	0,005
Casca	818,402	753,185	7,97	5,647	0,005
Galhos vivos	1.832,849	1.878,854	2,51	1,126	0,005
Galhos mortos	104,714	107,605	2,76	0,078	0,005
Folhas	274,701	273,119	0,58	0,009	0,005
Raízes finas	46,000	51,343	11,62	0,556	0,005
Raízes grossas	1.117,821	1.081,004	3,29	1,254	0,005
Miscelânea	117,770	117,804	0,03	0,000	0,005
Σ Frações (fu c/c)	8.339,579	8.242,084	0,77		
Σ Frações (fu s/c e c)	8.339,579	8.447,212	1,76		
Σ Biomassa total	18.068,645	18.149,812	0,45		

Onde: Vo = valor observado em kg/ha; Ve = valor estimado em kg/ha; Dif% = diferença entre o valor observado e o valor estimado em porcentagem; χ^2 = qui-quadrado; Prob = nível de significância para o valor de qui-quadrado; fu c/c = fuste com casca; fu s/c = fuste sem casca; c = casca.

Na avaliação da classe de tamanho plântulas, o valor estimado da biomassa seca total foi 4,75% superior ao valor observado. O valor da biomassa seca do fuste estimada foi 0,59% superior ao valor observado, sendo a estimativa mais próxima do valor real. A biomassa seca da miscelânea estimada foi a fração que mais diferiu do valor observado, sendo 3,88% superior. Comparando o valor estimado da biomassa seca total com o somatório das frações estimadas, a diferença entre os dois valores é de 4,47%. O somatório das frações se aproxima mais do valor real do que a estimativa da biomassa total.

Na avaliação da regeneração 1, o valor estimado da biomassa seca total foi 0,06% inferior ao valor observado da biomassa total. A biomassa seca da miscelânea foi a fração que mais diferiu do valor observado, sendo 4,99% superior. O valor da biomassa seca do fuste estimada foi 0,05% inferior ao valor observado. Comparando-se o valor estimado da biomassa total com o somatório das frações estimadas, a diferença entre os dois valores é de 1,68%. A estimativa da biomassa total se aproxima mais do valor real do que o somatório das frações.

Na avaliação da regeneração 2, o valor estimado da biomassa seca total foi 0,03% inferior ao valor observado. A biomassa seca da miscelânea estimada foi a fração que mais se aproximou do valor observado, sendo 0,03% superior. O valor da biomassa seca das raízes finas estimada foi 11,62% inferior ao valor observado, sendo a estimativa que mais diferiu do valor real. Comparando-se o valor estimado da biomassa seca total com o somatório das frações estimadas, considerada

a fração do fuste com a casca, a diferença entre os dois valores é de 1,32%. Além disso, comparando-se o valor estimado da biomassa seca total com o somatório das frações estimadas, sendo consideradas considerado as frações do fuste sem casca e a casca separadamente, a diferença entre os dois valores é de 1,13%. Na estimativa da biomassa seca total, foi o valor que mais se aproximou do valor real.

Comparando-se o somatório da biomassa total estimada das plântulas, regeneração 1 e regeneração 2 obteve-se uma diferença de 0,45% inferior ao valor real.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1 Conclusões

De acordo com os resultados obtidos no presente estudo, pode-se concluir que:

1) Na composição florística da regeneração natural foram catalogadas 64 espécies, sendo que apenas 13 estão presentes nas três classes de tamanho. As famílias *Myrtaceae*, *Sapindaceae* e *Lauraceae* foram as mais representativas nos três estratos da regeneração natural.

2) As plântulas apresentaram uma densidade de 27.222,2 indivíduos por hectare, a regeneração 1 apresentou 6.120 e a regeneração 2 apresentou 570 indivíduos por hectare.

3) O total de biomassa da regeneração natural foi de 31.629.600 kg/ha, sendo que a classe de tamanho regeneração 2 representou (46%), a regeneração 1 (45%) e a plântulas (9%). A serapilheira da floresta em estudo acumulou 24.256,111 kg/ha, sendo que 54% corresponde à serapilheira fina e 46% à grossa.

4) Do peso total de uma árvore, a maior porção de biomassa encontra-se no fuste, representando 57% na regeneração 2, 46% na regeneração 1 e 42% nas plântulas. Avaliando-se os três estratos conjuntamente, a porção do fuste contribui com 48,33% da biomassa da

regeneração natural, os galhos com 19,67%, as raízes com 21,00%, as folhas com 8,33% e a miscelânea com 2,67%.

6) Nos três estratos da regeneração natural, a porção das folhas foi que apresentou a maior porcentagem de umidade. O teor de umidade médio da classe de tamanho plântulas foi 43,77%, na regeneração 1 foi 43,36% e na regeneração 2 foi 42,19%. O peso seco representou em média 56,89% do peso total da árvore, significando que, em média, 43,11% é água. A serapilheira fina apresentou 46,64% de teor de umidade e a serapilheira grossa 49,21%.

7) A regeneração acumulou 7.517,869 kg/ha de carbono orgânico, e a serapilheira 5.509,067 kg/ha. A classe de tamanho regeneração 2 contribuiu com 46,61%, a regeneração 1 com 44,41% e as plântulas com 8,98% do carbono orgânico estocado na regeneração natural.

8) Da quantidade total de carbono orgânico estocado, a maior porção encontra-se no fuste, representando 59% na regeneração 2, 47% na regeneração 1 e 42% nas plântulas. Avaliando-se os três estratos conjuntamente, a porção do fuste contribui com 52,42% do carbono orgânico estocado, os galhos com 22,66%, as raízes com 17,35%, as folhas com 5,27% e a miscelânea com 2,25%.

9) As variáveis de biomassa apresentaram correlação altamente significativa com todas as variáveis dendrométricas, com exceção da altura do primeiro galho vivo.

10) As equações para estimar a biomassa verde apresentaram bom ajuste com altos valores de coeficiente de determinação, e uma boa distribuição dos resíduos.

11) A biomassa seca apresentou relação linear ou quadrática em relação à biomassa úmida. As equações para estimar a biomassa seca em função da biomassa úmida apresentaram bom ajuste, com altos valores de coeficiente de determinação, e boa distribuição entre os valores observados e ajustados.

12) Equações selecionadas para a estimativa da biomassa úmida, biomassa seca e teores médios de carbono orgânico da classe de tamanho plântulas:

a) Biomassa úmida:

$$\text{Biomassa total: } BT = 55,837 \cdot (dh) + 47,537 \cdot (d^2 / h)$$

$$\text{Fuste: } Fu = 31,848 \cdot (dh) + 11,681 \cdot (d^2 / h)$$

$$\text{Galhos: } G = 0,166 \cdot dc + 8,984 \cdot (d^3 / h)$$

$$\text{Folhas: } Fo = 0,328 \cdot dc + 0,089 \cdot (dc / d) + 0,160 \cdot (1 / d^2 h)$$

$$\text{Raízes: } R = 4,398 + 16,270 \cdot (dh)$$

$$\text{Miscelânea: } M = 2,259 \cdot h$$

b) Biomassa seca:

$$\text{Biomassa total: } BT = 0,588 \cdot PU$$

$$\text{Fuste: } Fu = 0,533 \cdot PU$$

$$\text{Galhos: } G = 0,589 \cdot PU$$

$$\text{Folhas: } Fo = 0,327 + 0,440 \cdot PU$$

$$\text{Raízes: } R = 0,588 \cdot PU$$

$$\text{Miscelânea: } M = 0,715 \cdot PU$$

c) Teores médios de carbono orgânico:

$$\text{Biomassa Total} = 40,75 \%$$

$$\text{Folhas} = 42,67 \%$$

$$\text{Galhos} = 41,28 \%$$

$$\text{Fuste} = 40,64 \%$$

$$\text{Miscelânea} = 40,40 \%$$

$$\text{Raízes} = 38,77 \%$$

13) Equações selecionadas para a estimativa da biomassa úmida, biomassa seca e teores médios de carbono orgânico da classe de tamanho regeneração 1:

a) Biomassa úmida:

$$\text{Biomassa total: } BT = 538,918 + 629,068 \cdot d^2 + 1029,331 \cdot (d^2 / h)$$

$$\text{Fuste: } Fu = 121,125 + 41,636 \cdot (d^2 h) + 53,283 \cdot dc^3$$

$$\text{Galhos: } G = 126,049 \cdot (d^3 h)$$

$$\text{Folhas: } Fo = 73,660 \cdot dc^2 + 11,311 \cdot (d^3 / h) + -0,477 \cdot h^3$$

$$\text{Raízes finas: } LnRf = 2,802 + 448,001 \cdot v$$

$$\text{Raízes grossas: } Rg = 5,126 + 0,01682 \cdot (dh^2)$$

$$\text{Miscelânea: } M = 10,439 + 2,448 \cdot d^3 + 5,668 \cdot dc^3$$

b) Biomassa seca:

$$\text{Biomassa total: } BT = -103,199 + 0,642 \cdot PU - 0,00000583 \cdot PU^2$$

$$\text{Fuste: } Fu = -33,577 + 0,641 \cdot PU - 0,000014 \cdot PU^2$$

$$\text{Galhos: } G = 0,685 \cdot PU + -0,0000197 \cdot PU^2$$

$$\text{Folhas: } Fo = 0,486 \cdot PU$$

$$\text{Raízes finas: } RF = 0,617 \cdot PU$$

$$\text{Raízes grossas: } RG = 0,546 \cdot PU$$

$$\text{Miscelânea: } M = 0,565 \cdot PU$$

c) Teores médios de carbono orgânico:

Biomassa total - 40,51 %

Fuste - 41,48 %

Galhos - 42,65 %

Folhas - 43,43 %

Raízes finas - 33,51 %

Raízes grossas - 40,18 %

Miscelânea - 41,82 %

14) Equações selecionadas para a estimativa da biomassa úmida, biomassa seca e teores médios de carbono orgânico da classe de tamanho regeneração 2:

a) Biomassa úmida:

$$\text{Biomassa total: } BT = 65,591 \cdot (d^2h) + 103,218 \cdot (d^3 / h)$$

$$\text{Fuste c/ casca: } Fuc / c = -1889,882 + 49,311 \cdot (d h)$$

$$\text{Fuste s/ casca; } Fus / c = -1886,722 + 42,792 \cdot (d^2h)$$

$$\text{Casca: } C = 6,224 \cdot (d^2h)$$

$$\text{Galhos vivos: } GV = 12,607 \cdot d^3 + 86,862 \cdot dc^2$$

$$\text{Galhos mortos: } GM = 10.960,817 \cdot v$$

Folhas: $Fo = 3,400 \cdot d^3$

Raízes finas: $LnRf = 2,394 \cdot (\ln d) + 137,316 \cdot (1/d^2h)$

Raízes grossas: $Rg = -5817,387 + 1541,177 \cdot d$

Miscelânea: $LnM = 261,887 \cdot (\ln dc)$

b) Biomassa seca:

Biomassa total: $BT = -1446,045 + 0,635 \cdot PU$

Fuste c/ casca: $Fuc/c = 0,605 \cdot PU$

Fuste s/ casca: $Fus/c = 0,528 \cdot PU + 0,000002465 \cdot PU^2$

Casca: $C = 0,598 \cdot PU$

Galhos vivos: $GV = 0,591 \cdot PU$

Galhos mortos: $GM = 0,864 \cdot PU$

Folhas: $Fo = 0,505 \cdot PU$

Raízes finas: $RF = 0,559 \cdot PU$

Raízes grossas: $RG = 0,513 \cdot PU$

Miscelânea: $M = 3,967 + 0,576 \cdot PU$

c) Teores médios de carbono orgânico:

Biomassa total = 40,48 %

Fuste s/ casca = 43,57 %

Casca = 39,25 %

Galhos vivos = 41,69 %

Galhos mortos = 38,00 %

Folhas = 43,09 %

Raízes finas = 38,17 %

Raízes grossas = 39,39 %

Miscelânea = 40,64 %

5.2 Recomendações

1) Para o ajuste de equações para a estimativa da biomassa verde, biomassa seca e carbono orgânico, da regeneração natural pode ser feito medindo apenas o diâmetro e a altura.

2) Seria importante realizar estudos para a estimativa da biomassa e carbono orgânico por gêneros ou espécies.

3) Para complementar esta pesquisa, seria de grande importância a quantificação da biomassa e do carbono orgânico do estrato arbóreo e solo da floresta em estudo.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARRA, O. S. V. Experiências no Chile em estudos de Carbono. In: SANQUETTA, C. R., WATZLAWICK, L.F., BALBINOT, R. *et al.*: **As Florestas e o Carbono**. Curitiba: Imprensa Universitária da UFRR, 2002. p. 237 – 250.

BURGER, D. **Ordenamento Florestal I – A produção florestal**. Curitiba: FUPEF, UFPR. 1980, 124 p. (Série técnica).

CURE, J. D.; ACOCK, B. Crop responses to carbon dioxide doubling a literature survey. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 38, p. 12-145, 1986.

HALL, D. O.; RAO, K. K.; [Tradução e notas LAMBERTI, A.]. **Temas de Biologia**. São Paulo: EPU: Editora Pedagógica e Universitária Ltda, 1980. 89 p. v. 10.

HERRMANN, M. L. P. & ROSA, O. R. **Geografia do Brasil: Região sul**. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1990, p.55- 84. v. 2.

HIGUCHI, N. & CARVALHO Jr., J. A. Fitomassa e conteúdo de carbono de espécies arbóreas da Amazônia. In: EMISSÃO X SEQÜESTRO DE CO₂ – UMA NOVA OPORTUNIDADE DE NEGÓCIOS PARA O BRASIL, 1994, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Companhia Vale do Rio Doce, 1994. p. 157 – 195.

HIGUCHI, N.; SANTOS, J.; RIBEIRO, R. J.; MINETTE, L. *et al.* Biomassa da parte aérea da vegetação da floresta tropical úmida de terra-firme da Amazônia Brasileira. **Acta Amazônica**. Manaus, v. 28, n.2, p. 153-166, 1998.

HOUGHTON. R. A. As florestas e o ciclo de carbono global: Armazenamento e emissões atuais. In: EMISSÃO X SEQÜESTRO DE CO₂ – UMA NOVA OPORTUNIDADE DE NEGÓCIOS PARA O

BRASIL, 1994, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Companhia Vale do Rio Doce, 1994. p. 40 – 76.

KIRCHHOFF, V. W. J. H. Conseqüências do efeito estufa. In: Queimadas na Amazônia e o Efeito Estufa. **Anais...** São José dos Campos, SP, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 1992. p. 171-188.

KOEHLER, H. S.; WATZLAWICK, L. F.; KIRCHNER, F. F. Fontes e níveis de erro nas estimativas do potencial de fixação de carbono. In: SANQUETTA, C. R., WATZLAWICK, L.F., BALBINOT, R. *et al.*: **As Florestas e o Carbono**. Curitiba: Imprensa Universitária da UFRR, 2002. p. 251 – 264.

LEITE, P. F. & KLEIN, R. M. **Geografia do Brasil: Região Sul**. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1990, p. 113 - 150. v.2.

LIMA, M. A. Agropecuária Brasileira e as Mudanças Climáticas Globais: Caracterização do Problema, Oportunidades e Desafios. **Caderno de Ciências & Tecnologia**, Brasília, v. 19, n. 3, set./dez. 2002. p. 451 – 472.

MARTINELLI, L. A., MOREIRA, M. Z., BROWN, I. F. Incertezas associadas às estimativas de biomassa em florestas tropicais: o exemplo de uma floresta situada no estado de Rondônia. In: EMISSÃO X SEQÜESTRO DE CO₂ – UMA NOVA OPORTUNIDADE DE NEGÓCIOS PARA O BRASIL, 1994, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Companhia Vale do Rio Doce, 1994. p. 197 – 221.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura: RS, 1961. 48p.

MOSER, J. M. **Geografia do Brasil: Região sul**. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1990, p.85 -111. v.2.

NUTTO, L.; WATZLAWICK, L. F.; GRAMMEL, R. *et al.* O Mercado Internacional do CO₂: o Impacto das Florestas Naturais e das Plantações. In: SANQUETTA, C. R., WATZLAWICK, L.F., BALBINOT, R. *et al.*: **As Florestas e o Carbono**. Curitiba: Imprensa Universitária da UFRR, 2002. p. 89 – 108.

OTTO, H. J. **Waldökologie**. Stuttgart: Ulme, 1994. 391p.

PEIXOTO, G. L.; MARTINS, S. V.; SILVA, E. A problemática Ambiental do Efeito Estufa. **Ação Ambiental**, Viçosa, n^o 21, p. 11 – 13. 2001.

REIS, F. G. M.; REIS, G. G.; VALENTE, O. F. Seqüestro e armazenamento de carbono em florestas nativas e plantadas dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo. In: EMISSÃO X SEQÜESTRO DE CO₂ – UMA NOVA OPORTUNIDADE DE NEGÓCIOS PARA O BRASIL, 1994, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Companhia Vale do Rio Doce, 1994. p. 157 – 195.

ROCHA, M. T. O Aquecimento Global e os Instrumentos de Mercado para a Solução do Problema. In: SANQUETTA, C. R., WATZLAWICK, L.F., BALBINOT, R. *et al.*: **As Florestas e o Carbono**. Curitiba: Imprensa Universitária da UFRR, 2002. p. 1 – 34.

ROSCOE, R. Rediscutindo o Papel dos Ecossistemas Terrestres no Seqüestro de Carbono. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 20, n^o 2, p. 209 – 223. 2003.

SALATI, E. Emissão X Seqüestro de CO₂ – Uma Nova Oportunidade de Negócios para o Brasil. In: EMISSÃO X SEQÜESTRO DE CO₂ – UMA NOVA OPORTUNIDADE DE NEGÓCIOS PARA O BRASIL, 1994, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Companhia Vale do Rio Doce, 1994. p. 13 – 37.

SANQUETTA, C. R. Métodos de Determinação de Biomassa Florestal. In: SANQUETTA, C. R., WATZLAWICK, L.F., BALBINOT, R. *et al.*: **As Florestas e o Carbono**. Curitiba: Imprensa Universitária da UFRR, 2002. p. 119 – 140.

SANQUETTA, C. R.; WATZLAWICK, L.F.; SCHUMACHER, M. V. *et al.* Relações individuais de biomassa e conteúdo de carbono em plantações de *Araucaria angustifolia* e *Pinus taeda* no sul do estado do Paraná, Brasil. In: 2º SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 2001, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 2001. p. 415 – 427.

SCHLESINGER, W. H. **Biogeochemistry**: an anlysis of global change. San Diego: Academec Press, 1997. 588 p.

SCHUMACHER, M. V.; HOPPE, J. M. **A complexidade dos ecossistemas**. Porto Alegre: Pallotti, 1997. 50p.

SCHUMACHER, M. V.; WITSCHORECK, R.; CALDEIRA, M. V. W.; *et al.* Estoque de Carbono em Florestas de *Pinus taeda* L. e *Acacia mearnsii* de Wild. Plantadas no Estado do Rio Grande do Sul – Brasil. In: SANQUETTA, C. R., WATZLAWICK, L.F., BALBINOT, R. *et al.*: **As Florestas e o Carbono**. Curitiba: Imprensa Universitária da UFRR, 2002. p. 141 – 152.

SEMA/UFSM-RS. Governo do Estado. Secretaria Estadual do Meio Ambiente. **Relatório Final do Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, Santa Maria: 2001. 706 p. v. 1, 2.

SIMPSON, L. G.; BOTKIN, D. B. Vegetatin, the global carbon cycle, and global mearsures. In: DUNNETTE, D. A., O'BRIEN, R. J. (eds). **The science of global change**. American Chemical Society, 1992. p. 413 – 425.

TANS, P. P.; FUNG, I. Y.; TAKAHASHI, T. Observation constraints on the global atmospheric CO₂ budget. **Science**. V. 247, p. 1431 – 1438, 1990.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A. *et al.* **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: departamento de solos, UFRGS. 1995. 174p. (Boletim Técnico, nº 5).

TEIXEIRA, L. B., OLIVEIRA, R. F. Série Técnica: **Biomassa Vegetal e Carbono Orgânico em Capoeiras e Agroecossistemas no Nordeste do Pará**. Belém: EMBRAPA, 1999. 21 p. (Série técnica, n.6).

TIERNO, M. A. & CORRÊA, V. **Bioquímica**. Santa Maria: Ed. Palloti, 1989. 232p.

VICTORIA, R. L.; MARTINELLI, L. A.; MOREIRA, M. Z. *et al.* O Ciclo do Carbono e sua Importância nas Mudanças Climáticas Globais. In: EMISSÃO X SEQÜESTRO DE CO₂ – UMA NOVA OPORTUNIDADE DE NEGÓCIOS PARA O BRASIL, 1994, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Companhia Vale do Rio Doce, 1994. p. 77 – 94.

WATSON, R. T. **Climate change 2001: synthesis report: third assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)**. Cambridge: Cambridge University Press, 2001. 397p.

WATZLAWICK, L. F.; KIRCHNER, F. F.; SANQUETTA, C. R. *et al.* Fixação de C carbono em Floresta Ombrófila Mista em Diferentes Estágios de Regeneração . In: SANQUETTA, C. R., WATZLAWICK, L.F., BALBINOT, R. *et al.*: **As Florestas e o Carbono**. Curitiba: Imprensa Universitária da UFRR, 2002. p. 89 – 108.

YU, C. M. Caracterização e Tipologia dos Projetos de Seqüestro de carbono no Brasil. In: SANQUETTA, C. R., WATZLAWICK, L.F., BALBINOT, R. *et al.*: **As Florestas e o Carbono**. Curitiba: Imprensa Universitária da UFRR. 2002. p. 59– 88.

7 ANEXOS

ANEXO 1 – Lista das espécies encontradas na regeneração natural da floresta em estudo

Nº	Nome Científico	Nome vulgar	Família
1	<i>Acacia bonariensis</i> Gill. Ex Hppk.et Arn.	Unha de gato	<i>Mimosaceae</i>
2	<i>Acca sellowiana</i> (Kunth) O Berg	Goiabeira-da-serra	<i>Myrtaceae</i>
3	<i>Allophylus edulis</i> (A. St. – Hil et al.) Radlk	Chal-chal	<i>Sapindaceae</i>
4	<i>Allophylus guaraniticus</i> (A. St – Hil.) Radlk	Vacum	<i>Sapindaceae</i>
5	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	Pinheiro-brasileiro	<i>Araucaraceae</i>
6	<i>Banara tomentosa</i> Clos	Guaçatunga-branca	<i>Flacourtiaceae</i>
7	<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (kunth) O. Berg	Murta	<i>Myrtaceae</i>
8	<i>Brulfelsia uniflora</i> (Pohl) D. Don	Primavera	<i>Solanaceae</i>
9	<i>Calyptanthes concinna</i> DC.	Guamirim-facho	<i>Myrtaceae</i>
10	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg	Guabiroba	<i>Myrtaceae</i>
11	<i>Casearia decandra</i> Jacq.	Guaçatunga	<i>Flacourtiaceae</i>
12	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Cedro	<i>Meliaceae</i>
13	<i>Cipó Ni</i>	Cipó	
14	<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez	Canela-vick	<i>Lauraceae</i>
15	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	Camboatá-vermelho	<i>Sapindaceae</i>
16	<i>Dasyphyllum spinescens</i> (Less.) Cabrera	Açucara	<i>Asteraceae</i>
17	<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	Maria-preta	<i>Sapindaceae</i>
18	<i>Eugenia involucrata</i> DC.	Cerejeira-do-mato	<i>Myrtaceae</i>
19	<i>Eugenia psidiiflora</i> O. Berg	Guamirim	<i>Myrtaceae</i>
20	<i>Eugenia pyriformis</i> Cambess.	Uvalha	<i>Myrtaceae</i>
21	<i>Eugenia uniflora</i> L.	Pitangueira	<i>Myrtaceae</i>
22	<i>Eugenia uruguayensis</i> Cambess.	Batinga-vermelha	<i>Myrtaceae</i>
23	<i>Higrophylla verticilata</i>	Igrofila	<i>Acanthaceae</i>
24	<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek	Caúna-da-serra	<i>Aquifoliaceae</i>
25	<i>Ilex dumosa</i> Reissek	Congonha	<i>Aquifoliaceae</i>
26	<i>Ilex paraguariensis</i> A.St. – Hil.	Erva-mate	<i>Aquifoliaceae</i>
27	<i>Luehea divaricata</i> et Zucc.	Açoita-cavalo	<i>Tiliaceae</i>
28	<i>Macfadyena unguiscati</i> (L.)A. Gentry	Cipó-unha-de-gato	<i>Bignoniaceae</i>
29	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Camboatá-branco	<i>Sapindaceae</i>
30	<i>Maytenus dasyclados</i> Mart.	Coração-de-bugre	<i>Celastraceae</i>
31	<i>Myrceugenia cucullata</i> D. Legrand	Guamirim-quebradiço	<i>Myrtaceae</i>

Continua...

ANEXO 1 – continuação

No	Nome Científico	Nome vulgar	Família
32	<i>Myrceugenia glaucescens</i> (Cambens.) D. Legrand et Kausel	Guamirim	Myrtaceae
33	<i>Myrceugenia miersiana</i> (Gardner) D. Legrand et Kausel	Guamirim-piloso	Myrtaceae
34	<i>Myrcia obtecta</i> (O. Berg) Kiaersk	Guamirim-branco	Myrtaceae
35	<i>Myrcianthes gigantea</i> (D. Legrand) D. Legrand	Araçá-do-mato	Myrtaceae
36	<i>Myrcianthes pungens</i> (O. Berg) D. Legrand	Guabijú	Myrtaceae
37	<i>Myrciaria delicatula</i> (DC.) O. Berg	Camboim	Myrtaceae
38	<i>Myrciaria tenella</i> (DC.) O. Berg	Comboinzinho	Myrtaceae
39	<i>Myrrhinium atropurpureum</i> Schott	Murtinho	Myrtaceae
40	<i>Myrsine laetevirens</i>	Capororoca	Myrsinaceae
41	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	Capororocão	Myrsinaceae
42	<i>Nectandra lanceolata</i> Ness et Mart. ex	Canela-amarela	Lauraceae
43	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	Canela-preta	Lauraceae
44	<i>Ocotea puberula</i> Ness (A. Rich)	Canela-guaicá	Lauraceae
45	<i>Ocotea pulchella</i> Mart.	Canela-lageana	Lauraceae
46	<i>Parapiptadenia rígida</i> (Benth.) Brenan	Angico-vermelho	Mimosaceae
47	<i>Picramnia parvifolia</i> Engl.	Pau-amargo	Simaroubaceae
48	<i>Piper amalago</i> L.	Pariparoba	Piperaceae
49	<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	Pessegueiro-do-mato	Rosaceae
50	<i>Rollinia rugulosa</i> Schldt.	Araticum-quaresma	Annonaceae
51	<i>Rudgea parquoides</i> (Cham.) Müll. – Arg.	Jasmim-do-mato	Rubiaceae
52	<i>Schaefferia argentinensis</i> Speg.	Falsa-coronilha	Celastraceae
53	<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	Branquilha-leiteiro	Euphorbiaceae
54	<i>Siphoneugena reitzii</i> D. Legrand	Camboim-de-reitz	Myrtaceae
55	<i>Sloanea monosperma</i> Vell.	Sapopema-carrapicho	Elaeocarpaceae
56	<i>Sloanea</i> sp.	Sapopema	Elaeocarpaceae
57	<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	Fumo-bravo	Solanaceae
58	<i>Solanum sanctae-catharinae</i> Dunal	Joá-manso	Solanaceae
59	<i>Solanum</i> sp.	Fuminho	Solanaceae
60	<i>Styrax leprosus</i> Hook. et Arn.	Carne-de-vaca	Styracaceae
61	<i>Tibouchina</i> sp.	Quaresmeira	Melastomataceae
62	<i>Trichilia elegans</i> A. Juss.	Catiguá-de-ervilha	Meliaceae
63	<i>Vernonia discolor</i> DC.	Vassourão-preto	Asteraceae
64	<i>Xylosma pseudosalzmannii</i> Sleumer	Espinho-judeu	Flacourtiaceae
65	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> L.	Mamica-de-cadela	Rutaceae

ANEXO 2 – Distribuição de frequência total para a classe de tamanho plântulas

Classes de altura	< 1,40 m		1,40 - 2,30 m		> 2,30 m		Total	
	Espécies	N	%	N	%	N	%	N
Allophylus edulis	3888,9	14,29	0,0	0,00	0,0	0,0	3888,9	10,64
Nectandra megapotamica	2222,2	8,16	888,9	9,76	0,0	0,0	3111,1	8,51
Myrceugenia cucullata	1222,2	4,49	1111,1	12,20	0,0	0,0	2333,3	6,38
Higrophylla verticilata	2222,2	8,16	0,0	0,00	0,0	0,0	2222,2	6,08
Sebastiania brasiliensis	1555,6	5,71	333,3	3,66	0,0	0,0	1888,9	5,17
Myrcianthes gigantea	1666,7	6,12	111,1	1,22	0,0	0,0	1777,8	4,86
Parapiptadenia rigida	1000,0	3,67	555,6	6,10	0,0	0,0	1555,6	4,26
Casearia decandra	444,4	1,63	1111,1	12,20	0,0	0,0	1555,6	4,26
Allophylus guaraniticus	888,9	3,27	555,6	6,10	0,0	0,0	1444,4	3,95
Rudgea jasminoides	777,8	2,86	555,6	6,10	0,0	0,0	1333,3	3,65
Myrciaria tenella	1000,0	3,67	333,3	3,66	0,0	0,0	1333,3	3,65
Maytenus dasyclados	1111,1	4,08	222,2	2,44	0,0	0,0	1333,3	3,65
Myrceugenia miersiana	555,6	2,04	555,6	6,10	0,0	0,0	1111,1	3,04
Blepharocalyx salicifolius	777,8	2,86	0,0	0,00	0,0	0,0	777,8	2,13
Ilex paraguariensis	555,6	2,04	222,2	2,44	0,0	0,0	777,8	2,13
Cipó Ni	666,7	2,45	0,0	0,00	0,0	0,0	666,7	1,82
Eugenia uruguayensis	0,0	0,00	666,7	7,32	0,0	0,0	666,7	1,82
Myrciaria delicatula	444,4	1,63	222,2	2,44	0,0	0,0	666,7	1,82
Matayba elaeagnoides	555,6	2,04	0,0	0,00	0,0	0,0	555,6	1,52
Eugenia uniflora	444,4	1,63	111,1	1,22	0,0	0,0	555,6	1,52
Solanum mauritianum	222,2	0,82	333,3	3,66	0,0	0,0	555,6	1,52
Acca sellowiana	111,1	0,41	333,3	3,66	0,0	0,0	444,4	1,22
Campomanesia xanthocarpa	222,2	0,82	222,2	2,44	0,0	0,0	444,4	1,22
Schaefferia argentinensis	444,4	1,63	0,0	0,00	0,0	0,0	444,4	1,22
Cryptocarya aschersoniana	222,2	0,82	111,1	1,22	0,0	0,0	333,3	0,91
Cupania vernalis	333,3	1,22	0,0	0,00	0,0	0,0	333,3	0,91
Myrrhimum atropurpureum	333,3	1,22	0,0	0,00	0,0	0,0	333,3	0,91
Ocotea pulchella	333,3	1,22	0,0	0,00	0,0	0,0	333,3	0,91
Siphoneugena reitzii	333,3	1,22	0,0	0,00	0,0	0,0	333,3	0,91
Solanum sanctae-catharinae	333,3	1,22	0,0	0,00	0,0	0,0	333,3	0,91
Acacia sp.	111,1	0,41	0,0	0,00	111,1	50,0	222,2	0,61
Eugenia involucrata	111,1	0,41	111,1	1,22	0,0	0,0	222,2	0,61
Ilex brevicuspis	111,1	0,41	111,1	1,22	0,0	0,0	222,2	0,61
Ilex dumosa	222,2	0,82	0,0	0,00	0,0	0,0	222,2	0,61
Piper amalago	222,2	0,82	0,0	0,00	0,0	0,0	222,2	0,61
Tibouchina sp.	222,2	0,82	0,0	0,00	0,0	0,0	222,2	0,61

Continua...

ANEXO 2: Continuação

Classes de altura	< 1,40 m		1,40-2,30m		> 2,30 m		Total	
Espécies	N	%	N	%	N	%	N	%
Zanthoxylum rhoifolium	222,2	0,82	0,0	0,00	0,0	0,0	222,2	0,61
Banara tomentosa	111,1	0,41	0,0	0,00	0,0	0,0	111,1	0,30
Cedrela fissilis	111,1	0,41	0,0	0,00	0,0	0,0	111,1	0,30
Diatenopteryx sorbifolia	111,1	0,41	0,0	0,00	0,0	0,0	111,1	0,30
Eugenia pyriformis	0,0	0,00	111,1	1,22	0,0	0,0	111,1	0,30
Isloenea monosperma	0,0	0,00	111,1	1,22	0,0	0,0	111,1	0,30
Myrcia obtecta	111,1	0,41	0,0	0,00	0,0	0,0	111,1	0,30
Myrcianthes pungens	111,1	0,41	0,0	0,00	0,0	0,0	111,1	0,30
Myrsine laetevirens	0,0	0,00	0,0	0,00	111,1	50,0	111,1	0,30
Myrsine umbellata	111,1	0,41	0,0	0,00	0,0	0,0	111,1	0,30
Picramnia parvifolia	0,0	0,00	111,1	1,22	0,0	0,0	111,1	0,30
Prunus myrtifolia	111,1	0,41	0,0	0,00	0,0	0,0	111,1	0,30
Rollinia rugulosa	111,1	0,41	0,0	0,00	0,0	0,0	111,1	0,30
Trichilia elegans	111,1	0,41	0,0	0,00	0,0	0,0	111,1	0,30
Xylosma pseudosalzmannii	111,1	0,41	0,0	0,00	0,0	0,0	111,1	0,30
TOTAL	27222,2	100	9111,1	100	222,2	100	36555,6	100

ANEXO 3 – Distribuição de frequência total para a classe de tamanho regeneração 1

Classes de altura	< 3,30 m		3,30-5,30 m		> 7,30 m		Total	
Espécies	N	%	N	%	N	%	N	%
Myrceugenia miersiana	320,0	8,08	360,0	20,00	120,0	27,27	800,0	13,07
Myrceugenia cucullata	400,0	10,10	200,0	11,11	40,0	9,09	640,0	10,46
Brulfelsia uniflora	320,0	8,08	200,0	11,11	0,0	0,00	520,0	8,50
Myrciaria tenella	200,0	5,05	120,0	6,67	40,0	9,09	360,0	5,88
Sebastiania brasiliensis	280,0	7,07	80,0	4,44	0,0	0,00	360,0	5,88
Trichilia elegans	320,0	8,08	0,0	0,00	0,0	0,00	320,0	5,23
Casearia decandra	200,0	5,05	80,0	4,44	0,0	0,00	280,0	4,58
Blepharocalyx salicifolius	160,0	4,04	0,0	0,00	0,0	0,00	160,0	2,61
Cedrela fissilis	160,0	4,04	0,0	0,00	0,0	0,00	160,0	2,61
Ilex brevicuspis	80,0	2,02	80,0	4,44	0,0	0,00	160,0	2,61
Nectandra megapotamica	120,0	3,03	40,0	2,22	0,0	0,00	160,0	2,61
Styrax leprosus	80,0	2,02	0,0	0,00	80,0	18,18	160,0	2,61
Tibouchina sp.	120,0	3,03	40,0	2,22	0,0	0,00	160,0	2,61
Campomanesia xanthocarpa	40,0	1,01	40,0	2,22	40,0	9,09	120,0	1,96

Continua...

ANEXO 3: Continuação

Classes de altura Espécies	< 3,30 m		3,30-5,30 m		> 7,30 m		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%
<i>Cryptocarya aschersoniana</i>	80,0	2,02	40,0	2,22	0,0	0,00	120,0	1,96
<i>Luehea divaricata</i>	120,0	3,03	0,0	0,00	0,0	0,00	120,0	1,96
<i>Schaefferia argentinensis</i>	40,0	1,01	80,0	4,44	0,0	0,00	120,0	1,96
<i>Allophylus edulis</i>	40,0	1,01	40,0	2,22	0,0	0,00	80,0	1,31
<i>Araucaria angustifolia</i>	80,0	2,02	0,0	0,00	0,0	0,00	80,0	1,31
<i>Banara tomentosa</i>	80,0	2,02	0,0	0,00	0,0	0,00	80,0	1,31
<i>Dasyphyllum spinescens</i>	40,0	1,01	0,0	0,00	40	9,09	80,0	1,31
<i>Eugenia psidiiflora</i>	40,0	1,01	0,0	0,00	40	9,09	80,0	1,31
<i>Eugenia uniflora</i>	40,0	1,01	40,0	2,22	0,0	0,00	80,0	1,31
<i>Ilex paraguariensis</i>	80,0	2,02	0,0	0,00	0,0	0,00	80,0	1,31
<i>Matayba elaeagnoides</i>	0,0	0,00	80,0	4,44	0,0	0,00	80,0	1,31
<i>Rudgea jasminoides</i>	80,0	2,02	0,0	0,00	0,0	0,00	80,0	1,31
<i>Vernonia discolor</i>	0,0	0,00	80,0	4,44	0,0	0,00	80,0	1,31
Acácia sp.	0,0	0,00	40,0	2,22	0,0	0,00	40,0	0,65
<i>Allophylus guaraniticus</i>	40,0	1,01	0,0	0,00	0,0	0,00	40,0	0,65
<i>Cupania vernalis</i>	0,0	0,00	40,0	2,22	0,0	0,00	40,0	0,65
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i>	40,0	1,01	0,0	0,00	0,0	0,00	40,0	0,65
<i>Eugenia involucrata</i>	40,0	1,01	0,0	0,00	0,0	0,00	40,0	0,65
<i>Eugenia pyriformis</i>	40,0	1,01	0,0	0,00	0,0	0,00	40,0	0,65
<i>Macfadyena unguiscati</i>	40,0	1,01	0,0	0,00	0,0	0,00	40,0	0,65
<i>Maytenus dasyclados</i>	40,0	1,01	0,0	0,00	0,0	0,00	40,0	0,65
<i>Ocotea pulchella</i>	40,0	1,01	0,0	0,00	0,0	0,00	40,0	0,65
<i>Prunus myrtifolia</i>	40,0	1,01	0,0	0,00	0,0	0,00	40,0	0,65
<i>Rollinia rugulosa</i>	0,0	0,00	0,0	0,00	40	9,09	40,0	0,65
<i>Siphoneugena reitzii</i>	0,0	0,00	40,0	2,22	0,0	0,00	40,0	0,65
<i>Sloanea</i> sp.	0,0	0,00	40,0	2,22	0,0	0,00	40,0	0,65
<i>Solanum mauritianum</i>	40,0	1,01	0,0	0,00	0,0	0,00	40,0	0,65
<i>Solanum</i> sp.	0,0	0,00	40,0	2,22	0,0	0,00	40,0	0,65
Total	3880,0	100	1800,0	100	440,0	100	6120,0	100

ANEXO 4 – Distribuição de frequência total para a classe de tamanho regeneração 2

Classes de altura Espécies	< 6,30 m		6,30 - 9,30 m		> 9,30 m		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%
<i>Styrax leprosus</i>	20,0	11,11	60,0	20,69	0,0	0,0	80,0	14,04
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	60,0	33,33	10,0	3,45	0,0	0,0	70,0	12,28
<i>Matayba elaeagnoides</i>	10,0	5,56	30,0	10,34	10,0	10,0	50,0	8,77
<i>Myrceugenia miersiana</i>	20,0	11,11	20,0	6,90	0,0	0,0	40,0	7,02
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	0,0	0,00	30,0	10,34	0,0	0,0	30,0	5,26
<i>Myrciaria tenella</i>	0,0	0,00	10,0	3,45	20,0	20,0	30,0	5,26
<i>Sloanea sp.</i>	20,0	11,11	10,0	3,45	0,0	0,0	30,0	5,26
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	0,0	0,00	10,0	3,45	20,0	20,0	30,0	5,26
<i>Allophylus edulis</i>	10,0	5,56	10,0	3,45	0,0	0,0	20,0	3,51
<i>Cupania vernalis</i>	0,0	0,00	10,0	3,45	10,0	10,0	20,0	3,51
<i>Dasyphyllum spinescens</i>	10,0	5,56	10,0	3,45	0,0	0,0	20,0	3,51
<i>Nectandra lanceolata</i>	0,0	0,00	20,0	6,90	0,0	0,0	20,0	3,51
<i>Rollinia rugulosa</i>	10,0	5,56	10,0	3,45	0,0	0,0	20,0	3,51
<i>Araucaria angustifolia</i>	0,0	0,00	10,0	3,45	0,0	0,0	10,0	1,75
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	10,0	5,56	0,0	0,00	0,0	0,0	10,0	1,75
<i>Calypttranthes concinna</i>	0,0	0,00	0,0	0,00	10,0	10,0	10,0	1,75
<i>Casearia decandra</i>	0,0	0,00	0,0	0,00	10,0	10,0	10,0	1,75
<i>Eugenia uniflora</i>	0,0	0,00	0,0	0,00	10,0	10,0	10,0	1,75
<i>Eugenia uruguayensis</i>	0,0	0,00	10,0	3,45	0,0	0,0	10,0	1,75
<i>Myrceugenia cucullata</i>	0,0	0,00	10,0	3,45	0,0	0,0	10,0	1,75
<i>Myrceugenia glaucescens</i>	10,0	5,56	0,0	0,00	0,0	0,0	10,0	1,75
<i>Ocotea puberula</i>	0,0	0,00	10,0	3,45	0,0	0,0	10,0	1,75
<i>Siphoneugena reitzii</i>	0,0	0,00	10,0	3,45	0,0	0,0	10,0	1,75
<i>Solanum mauritianum</i>	0,0	0,00	0,0	0,00	10,0	10,0	10,0	1,75
TOTAL	1800	100	290,0	100	100,0	100	570,0	100