



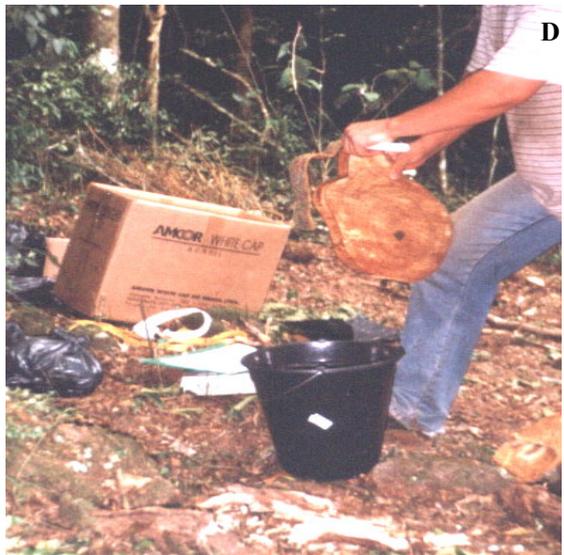
A



B



C



D



E

FIGURA 4: Coleta de biomassa acima do solo (A: retirada das folhas dos galhos vivos; B: pesagem das folhas; C: pesagem da madeira; D: separação casca e madeira; E: pesagem da casca e madeira). Santa Tereza, RS. 2003.

3.2.2 Biomassa Abaixo do Solo

A biomassa abaixo do solo foi quantificada de forma separada, para raízes grossas (diâmetro > 2 mm) e finas (diâmetro ≤ 2 mm).

Para a estimativa da biomassa de raízes grossas foram demarcadas, no centro de cada parcela de coleta de biomassa acima do solo, uma parcela retangular, medindo 3 m x 2 m, na qual foram escavadas as raízes até uma profundidade de 0,60 m.

Este material, após ser escavado, foi peneirado em peneira com malha de 0,5 cm, recolhendo-se as raízes que ficassem na peneira e tomando-se o cuidado com as que eventualmente escapassem da mesma.

Junto com as raízes grossas separadas do solo por ocasião da peneiração também eram recolhidos, involuntariamente, raízes finas e restos de solo, aderido às raízes. Para corrigir este problema, uma vez que não havia a possibilidade de efetuar uma lavagem destas raízes ou uma separação mais criteriosa na floresta, as raízes eram pesadas assim mesmo, retirando-se três subamostras de pouco mais de um quilo cada uma do material formado pelas raízes grossas, finas e de solo, em cada parcela. Estas três subamostras foram trazidas ao laboratório, onde foram lavadas e separadas cuidadosamente as raízes grossas das finas, sendo estas últimas eliminadas desta amostragem, pois seriam quantificadas de forma diferente.

No Laboratório de Ecologia Florestal do Departamento de Ciências Florestais da UFSM, as três subamostras, agora somente com raízes grossas, eram usadas para a determinação do teor de massa seca e nutrientes nas raízes, sendo que, para a análise nutricional, as três subamostras de cada parcela eram reunidas em uma amostra composta. A

Figura 5 apresenta os principais passos seguidos na floresta, para a determinação da biomassa de raízes grossas, desde a demarcação da parcela, a retirada do solo com raízes e sua separação através de peneiração.



FIGURA 5: Parcela para amostragem de raízes grossas (A); B: escavação para a retirada das raízes e a peneiração (C), que visa separar o solo das raízes escavadas. Santa Tereza, RS. 2003.

As raízes finas foram determinadas por meio da técnica de monolito, nas dimensões de 0,25 cm x 0,25 cm x 0,6 m, localizado junto à parede superior, no sentido da declividade do terreno, da trincheira aberta para a quantificação das raízes grossas, num número de um monolito a cada trincheira de quantificação de raízes grossas. Primeiramente, eliminavam-se as irregularidades da parede, deixando-a aprumada. A partir de então, com o uso de moldura e demais ferramentas, eram retiradas as subamostras, com amostras a cada 10 cm de profundidade.

Após a coleta, cada amostra de 25 cm x 25 cm x 10 cm foi acondicionada em embalagem plástica, devidamente identificada, e levada ao Laboratório de Ecologia Florestal da UFSM para processamento.

3.2.3 Serapilheira

A avaliação da serapilheira acumulada sobre o solo (folhas, galhos com diâmetro ≤ 1 cm, frutos, flores, cascas, etc) foi realizada através da coleta de 03 amostras aleatórias ao lado de cada parcela de coleta de biomassa, totalizando 09 amostras de serapilheira em cada fase sucessional. As coletas ocorreram através do uso de uma moldura de madeira quadrada, com 0,50 m de lado. O material coletado em cada ponto amostral (0,5 x 0,5 m) foi acondicionado em embalagem plástica e devidamente identificado para ser enviado ao laboratório.

O material lenhoso coletado era caracterizado por galhos com diâmetro > 1 cm e troncos de todas as dimensões. Este procedimento foi realizado através da coleta de três parcelas de 9 m² (3 m x 3 m), de forma aleatória, em cada fase sucessional. A avaliação do material lenhoso

necessita de amostras maiores, em virtude das dimensões mais elevadas do material a ser coletado. As amostras coletadas tiveram seu peso úmido aferido a campo e foram subamostradas para envio ao laboratório, onde foram processadas.

3.3 Coleta das amostras de solo

As amostras de solo para análise física (densidade do solo) foram coletadas por meio de Anel de Kopeck, junto aos monolitos abertos para a coleta de amostra de raízes finas, obedecendo a mesma divisão de profundidade, ou seja, retirando-se um anel a cada 10 cm, até 60 cm. A determinação da densidade do solo ocorreu no Laboratório de Ecologia Florestal – DCFL – UFSM.

Para a análise química do solo das fases sucessionais, também foram coletadas amostras a cada 10 cm de profundidade, junto à coleta de amostras para análise física. Estas análises foram realizadas no Laboratório Central de Análises de Solo do Departamento de Solos da UFSM.

3.4 Processamento das amostras

3.4.1 Processamento das amostras de biomassa acima do solo

Após a chegada ao laboratório, as amostras foram acondicionadas em sacos de papel para secagem em estufa de circulação e renovação de ar a uma temperatura de 75⁰C, por aproximadamente 72 horas. Após isso, as mesmas foram pesadas em balança de precisão (0,01 g) para obtenção da

massa seca. Tendo-se por base os pesos fresco e seco das amostras, foi estimado o peso seco total dos diversos componentes das árvores, através do cálculo do teor de umidade das amostras, o qual foi extrapolado para os pesos frescos totais das amostras de cada árvore. De forma a facilitar a secagem das amostras de madeira e galhos mais grossos, as mesmas foram picadas em pequenos pedaços antes de serem colocadas na estufa.

Para a determinação do conteúdo de nutrientes nas diferentes frações (folhas, galhos vivos e mortos, casca e madeira), foram utilizadas as mesmas amostras usadas para determinar o conteúdo de massa seca.

As amostras de madeira do fuste, casca e galhos, após saírem da estufa, foram picadas em pequenos cavacos, de forma a facilitar a moagem. Posteriormente, uma parte de cada amostra das diferentes frações foi moída em moinho do tipo Wiley, com peneira de 30 *mesch*, visando à análise química do material.

As determinações dos nutrientes nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), carbono (C), ferro (Fe), Manganês (Mn), zinco (Zn), boro (B) e cobre (Cu) foram realizadas conforme a metodologia descrita em Tedesco *et al.* (1995), tendo como base uma amostra composta de cada fração, em cada parcela, ou seja, de cada indivíduo abatido, uma pequena alíquota de cada fração foi reunida em uma amostra composta, a qual foi analisada quimicamente.

O estoque de macro e micronutrientes, em kg ha^{-1} , nos compartimentos da biomassa acima do solo, foi obtido a partir da biomassa seca estimada (kg ha^{-1}) e dos valores da concentração dos nutrientes para cada componente da biomassa, fornecendo o conteúdo total dos mesmos.

3.4.2 Processamento das amostras de raízes

As amostras de raízes grossas, após sofrerem o processo de lavagem e separação descrito anteriormente, foram acondicionadas em embalagens de papel e colocadas para secar em estufa de circulação e renovação de ar a 75°C por 72 horas. Após, foram pesadas em balança de precisão (0,01 g) e moídas em moinho do tipo Wiley com peneira de 30 *mesh*. As raízes de maiores dimensões também foram picadas antes da moagem.

No laboratório, as amostras de solo dos monolitos, contendo as raízes finas foram lavadas com jato d'água em um sistema de peneiras sobrepostas, sendo a primeira de 2 mm e a segunda de 1 mm de malha, visando a separação das mesmas do solo a elas aderido. Após isso, as raízes eram acondicionadas em frascos de vidro em uma solução de álcool a 10%, e armazenadas em geladeira, para serem posteriormente avaliadas em relação ao seu comprimento.

As raízes finas, após serem escaneadas para a posterior determinação de comprimento, foram postas a secar em estufa de circulação e renovação de ar, a 75°C, por 72 horas, e posteriormente pesadas visando a determinação da massa seca das mesmas.

As determinações dos nutrientes nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), carbono (C), ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn), boro (B) e cobre (Cu), foram realizadas com base nas amostras de raízes grossas e extrapolada para a massa de raízes finas, em virtude da pequena massa seca nas amostras desta última fração. A determinação dos teores de elementos químicos nas amostras de raízes foi realizada conforme a metodologia descrita em Tedesco *et al.* (1995).

O estoque de nutrientes, em kg ha^{-1} nos compartimentos da biomassa abaixo do solo (raízes finas e grossas) foi obtido a partir da biomassa seca estimada (kg ha^{-1}) e dos valores da concentração dos nutrientes para cada fração das raízes, fornecendo o conteúdo total dos mesmos.

3.4.3 Processamento das amostras de serapilheira

As amostras de serapilheira, no laboratório, passaram primeiramente por uma limpeza visando retirada de material adverso, como partículas de solo aderidas à mesma, pequenas pedras, raízes e partes de plantas herbáceas. Após a limpeza, as amostras foram acondicionadas em embalagens de papel e postas para secar em estufa de circulação e renovação de ar, a 75°C , por 72 horas.

O material lenhoso passou igualmente por uma limpeza quanto às partículas de solo aderidas aos mesmos. Após isso, foram picados e colocados em embalagens de papel, visando a secagem mais rápida na estufa.

As amostras de serapilheira e material lenhoso foram então pesadas em balança de precisão, e seus pesos secos anotados. Para a determinação do teor de nutrientes na serapilheira, as três amostras coletadas próximas a cada parcela de estudo de biomassa foram reunidas em uma amostra composta, somando-se a ela também a amostra de material lenhoso, de forma proporcional à quantidade depositada sobre o solo, totalizando-se três amostras compostas de serapilheira total para cada fase sucessional.

As análises dos teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), carbono (C), ferro (Fe), manganês

(Mn), zinco (Zn), boro (B) e cobre (Cu) na serapilheira e no material lenhoso foram realizadas conforme a metodologia descrita em Tedesco *et al.* (1995).

3.4.4 Processamento das amostras de solo

As amostras de solos, após a sua chegada ao laboratório, foram analisadas física (densidade aparente) e quimicamente (pH H₂O, N, MO, P, K, Al, Ca, Mg e C) em procedimento padrão do Laboratório de Análises de Solos, do Departamento de solos da UFSM, descrito em Tedesco *et al.* (1995).

3.5 Análises estatísticas

De posse de todos os dados, as variâncias do acúmulo de biomassa entre cada parcela (dentro de cada fase sucessional) foram testadas pelo Teste de Bartlett. A variância dos dados entre as duas áreas foi comparada através do Teste F.

As médias de biomassa acumulada em cada parcela foram comparadas pelo Teste t, dentro de cada fase sucessional e entre estas.

Os teores de nutrientes entre as diferentes frações foram comparados entre si através dos testes de Tukey e Duncan, conforme o caso.

A análise fitossociológica da vegetação estudada foi realizada através do Software Mata Nativa[®], v. 1,18 for windows.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Parâmetros gerais das áreas estudadas

4.1.1 Caracterização florística e fitossociológica das unidades amostrais

Através das Tabelas 2 e 3, pode-se observar a caracterização florística e fitossociológica quanto aos indivíduos arbóreos (CAP \geq 10,0 cm) abatidos no estudo. Uma listagem geral, apenas no nível de caracterização, das espécies componentes do estrato arbustivo (CAP < 10,0 cm), nas unidades amostrais avaliadas para a quantificação da biomassa aérea, é mostrada na Tabela 4.

No capoeirão, onde foram abatidos 155 indivíduos, as três espécies com maior densidade de indivíduos foram *Allophylus edulis*, *Aspidosperma parvifolium* e *Myrocarpus frondosus*, as quais apresentaram valores de 1033,3; 800,0 e 533,3, respectivamente. Juntas, estas três espécies perfizeram 45,8% dos indivíduos amostrados.

Em relação à frequência, as três espécies que apresentaram os maiores índices foram *Allophylus edulis*, *Trichilia elegans* e *Luehea divaricata*, as quais apresentaram 133,3%; 100,0% e 100,0%, respectivamente. Estas três espécies, juntas, abrangeram 25,6% da frequência relativa da floresta.

TABELA 2: Composição florística e fitossociologia quanto aos indivíduos arbóreos (CAP \geq 10,0 cm) abatidos na determinação de biomassa, no capoeirão. Santa Tereza, RS. 2003.

Nome científico	ni	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVI	IVI%
<i>Allophylus edulis</i> (St. Hil.) Radlk.	31	1033,33	20,00	133,33	10,25	5,255	19,75	50,01	16,67
<i>Aspidosperma parvifolium</i> A. DC.	24	800,00	15,48	33,33	2,56	3,672	13,79	31,84	10,61
<i>Myrocarpus frondosus</i> Fr. All.	16	533,33	10,32	66,67	5,13	1,456	5,47	20,92	6,97
<i>Trichilia elegans</i> A. Juss.	13	433,33	8,39	100,00	7,69	0,566	2,13	18,21	6,07
<i>Bauhinia forficata</i> Benth.	09	300,00	5,81	66,67	5,13	1,043	3,92	14,85	4,95
<i>Machaerium glabrum</i> Hassl.	09	300,00	5,81	66,67	5,13	0,891	3,35	14,28	4,76
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	09	300,00	5,81	100,00	7,69	5,262	19,77	33,27	11,09
Morta	06	200,00	3,87	66,67	5,13	0,562	2,11	11,11	3,70
<i>Cupania vernalis</i> Camb.	05	166,67	3,23	33,33	2,56	1,480	5,56	11,35	3,78
<i>Dalbergia variabilis</i> Vogel	05	166,67	3,23	66,67	5,13	0,582	2,19	10,54	3,51
<i>Lonchocarpus campestris</i> Mart. ex Benth.	05	166,67	3,23	66,67	5,13	0,198	0,74	9,10	3,03
<i>Patagonula americana</i> L.	04	133,33	2,58	66,67	5,13	1,117	4,20	11,91	3,97
<i>Machaerium paraguayense</i> Hassl.	03	100,00	1,94	66,67	5,13	0,279	1,05	8,11	2,70
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	03	100,00	1,94	33,33	2,56	1,127	4,23	8,73	2,91
<i>Citronela paniculata</i> (Mart.) Howard	02	66,67	1,29	33,33	2,56	1,018	3,82	7,68	2,56
<i>Maytenus ilicifolia</i> Mart. ex Reiss.	02	66,67	1,29	66,67	5,13	0,133	0,50	6,92	2,31
<i>Rollinia salicifolia</i> Schlecht	02	66,67	1,29	33,33	2,56	0,560	2,10	5,96	1,99
<i>Trichilia clausenii</i> C. DC.	02	66,67	1,29	33,33	2,56	0,132	0,50	4,35	1,45
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassm.	01	33,33	0,65	33,33	2,56	0,823	3,09	6,30	2,10
<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	01	33,33	0,65	33,33	2,56	0,126	0,47	3,68	1,23
<i>Celtis</i> sp.	01	33,33	0,65	33,33	2,56	0,110	0,41	3,62	1,21
<i>Pisonia ambigua</i> Heimerl	01	33,33	0,65	33,33	2,56	0,072	0,27	3,48	1,16
<i>Daphnopsis racemosa</i> Griseb.	01	33,33	0,65	33,33	2,56	0,153	0,57	3,78	1,26
TOTAL	155	5166,67	100,00	1300,00	100,00	26,617	100,00	300,00	100,00

ni = nº de indivíduos amostrados; DA = Densidade absoluta (indiv./ha); DR = Densidade relativa (%); FA e FR = frequência absoluta e relativa (%); DoA = Dominância absoluta (m²/ha); DoR = Dominância relativa (%); IVI = Índice de Valor de Importância (Σ DA + FA + DoA); IVI% = Índice de Valor de Importância relativo (%).

TABELA 3: Composição florística e fitossociologia quanto aos indivíduos arbóreos (CAP \geq 10,0 cm) abatidos na determinação de biomassa, na floresta secundária. Santa Tereza, RS. 2003.

Nome científico	ni	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVI	IVI%
<i>Trichilia elegans</i> A. Juss.	19	633,33	15,20	100,00	6,38	0,759	2,54	24,13	8,04
Morta	13	433,33	10,40	100,00	6,38	1,233	4,13	20,91	6,97
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> Berg.	10	333,33	8,00	33,33	2,13	0,884	2,96	13,09	4,36
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	09	300,00	7,20	100,00	6,38	1,890	6,33	19,92	6,64
<i>Cupania vernalis</i> Camb.	09	300,00	7,20	66,67	4,26	2,439	8,17	19,62	6,54
<i>Machaerium paraguariense</i> Hassl.	08	266,67	6,40	100,00	6,38	0,826	2,77	15,55	5,18
<i>Gimnanthes concolor</i> (Spreng.) Müll. Arg.	07	233,33	5,60	66,67	4,26	0,442	1,48	11,34	3,78
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	06	200,00	4,80	100,00	6,38	6,412	21,48	32,66	10,89
<i>Allophylus edulis</i> (St. Hil.) Radlk.	06	200,00	4,80	66,67	4,26	0,797	2,67	11,72	3,91
<i>Casearia syhvestris</i> Sw.	06	200,00	4,80	100,00	6,38	2,782	9,32	20,50	6,83
<i>Trichilia clausenii</i> C. DC.	05	166,67	4,00	100,00	6,38	0,384	1,28	11,67	3,89
<i>Albizia niopoides</i> (Benth.) Burk.	05	166,67	4,00	66,67	4,26	1,067	3,57	11,83	3,94
<i>Machaerium glabrum</i> Hassl.	04	133,33	3,20	33,33	2,13	0,339	1,13	6,46	2,15
<i>Bauhinia forficata</i> Benth.	02	66,67	1,60	66,67	4,26	0,385	1,29	7,15	2,38
Não identificada	02	66,67	1,60	66,67	4,26	0,121	0,40	6,26	2,09
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	02	66,67	1,60	66,67	4,26	0,194	0,65	6,50	2,17
<i>Eugenia rostrifolia</i> Legr.	02	66,67	1,60	66,67	4,26	0,116	0,39	6,25	2,08
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	02	66,67	1,60	33,33	2,13	1,411	4,73	8,45	2,82
<i>Roupala brasiliensis</i> Klotz.	02	66,67	1,60	33,33	2,13	1,474	4,94	8,66	2,89
<i>Calyptantes tricona</i> Legr.	01	33,33	0,80	33,33	2,13	0,028	0,09	3,02	1,01
<i>Prunus sellowii</i> Koehne	01	33,33	0,80	33,33	2,13	0,137	0,46	3,39	1,13
<i>Eryobotrya japonica</i> L.	01	33,33	0,80	33,33	2,13	0,164	0,55	3,48	1,16
<i>Ocotea puberula</i> Nees	01	33,33	0,80	33,33	2,13	3,625	12,14	15,07	5,02
<i>Xyferia argentinensis</i> L.	01	33,33	0,80	33,33	2,13	0,027	0,09	3,02	1,01
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	01	33,33	0,80	33,33	2,13	1,916	6,42	9,35	3,12
TOTAL		4166,67	100,00	1566,67	100,00	29,85	100,00	300,00	100,00

ni = nº de indivíduos amostrados; DA = Densidade absoluta (indiv./ha); DR = Densidade relativa (%); FA e FR = frequência absoluta e relativa (%); DoA = Dominância absoluta (m²/ha); DoR = Dominância relativa (%); IVI = Índice de Valor de Importância (Σ DA + FA + DoA); IVI% = Índice de Valor de Importância relativo (%).

Quanto à dominância, as três espécies que totalizaram os maiores valores foram *Luehea divaricata*, *Allophylus edulis* e *Aspidosperma parvifolium*, com valores de 5,262; 5,255 e 3,672 m²/ha, respectivamente. Estas espécies totalizaram 53,3% da área basal da floresta em estudo.

Desta forma, as espécies que apareceram como mais importantes na fase sucessional de capoeirão foram *Allophylus edulis*, *Luehea divaricata* e *Aspidosperma parvifolium*, que totalizaram Índices de Valor de Importância (IVI) iguais a 50,01; 33,27 e 31,84, respectivamente, sendo estas espécies responsáveis por 38,4% do IVI% da floresta.

Para a floresta secundária, onde houve o abate de 125 indivíduos, as espécies com maior densidade de indivíduos foram *Trichilia elegans*, árvores mortas e *Campomanesia xanthocarpa*, as quais apresentaram valores de 633,3; 433,3 e 333,3, respectivamente. Juntas, estas três espécies alcançaram 33,6% dos indivíduos amostrados.

Nesta mesma fase sucessional, as espécies *Trichilia elegans*, árvores mortas, *Matayba elaeagnoides*, *Machaerium paraguariense*, *Nectandra megapotamica*, *Casearia sylvestris* e *Trichilia clausenii* apresentaram índices de frequência igual a 100%, estando presentes em todas as unidades amostrais.

Quanto à dominância, as três espécies com maiores valores foram *Nectandra megapotamica*, *Ocotea puberula* e *Casearia sylvestris*, com valores de 6,412; 3,625 e 2,782 m²/ha, respectivamente. Estas espécies totalizaram 42,9% da área basal da floresta secundária.

Assim, as espécies mais importantes da floresta secundária foram *Nectandra megapotamica*, *Trichilia elegans* e árvores mortas, que totalizaram Índices de Valor de Importância (IVI) iguais a 32,66; 24,13 e

20,91, respectivamente, sendo estas espécies responsáveis por 25,9% do IVI% da floresta secundária.

Dentre as 36 espécies ocorrentes nas duas fases sucessionais, ocorreram somente 09 espécies comuns em ambas às fases sucessionais estudadas, sendo elas: *Trichilia clausenii*, *Trichilia elegans*, *Parapiptadenia rigida*, *Luehea divaricata*, *Machaerium glabrum*, *Machaerium paraguariense*, *Cupania vernalis*, *Bauhinia forficata* e *Allophylus edulis*, além de árvores mortas, as quais estiveram presentes no capoeirão e na floresta secundária.

Entre as espécies comuns, quatro delas (*Cupania vernalis*, *Machaerium paraguariense*, *Trichilia clausenii* e *Trichilia elegans*) ocorrem em maior número na floresta secundária, uma vez que são, respectivamente, espécies secundária tardia, secundária inicial, sub-bosque e sub-bosque. As espécies que ocorrem em maior número no capoeirão (*Parapiptadenia rigida*, *Luehea divaricata*, *Machaerium glabrum*, *Allophylus edulis* e *Bauhinia forficata*), são secundárias iniciais (menos a última, uma pioneira), características de estágios sucessionais mais jovens.

As demais espécies foram exclusivas de um ou de outro tipo florestal. A diversidade de espécies foi levemente superior na floresta secundária, com 24 espécies, contra 22 no capoeirão.

Comparativamente, em trabalho de caracterização florística da vegetação que recobre as vertentes dos morros que circundam o município de Santa Tereza, RS, Vaccaro *et al.* (1992) identificaram 93 espécies com CAP \geq 10 cm.

Em estudo da composição florística e estrutura fitossociológica das fases sucessionais objetos deste estudo, Vaccaro (1997) encontrou, para o

capoeirão, 42 espécies distribuídas em 37 gêneros. Na floresta secundária, este autor encontrou 48 espécies, distribuídas em 39 gêneros.

De acordo com a Tabela 4, foram caracterizadas, na regeneração (estrato herbáceo e arbustivo), 47 espécies pertencentes a 38 gêneros botânicos. Estas espécies são distribuídas em regeneração de elementos arbóreos e de espécies típicas de sub-bosque.

TABELA 4: Composição florística quanto aos indivíduos componentes da regeneração (estrato arbustivo e herbáceo) (CAP: capoeirão; FS: floresta secundária).

Nome científico	Nome Comum	Regeneração	
		CAP	FS
<i>Albizia niopoides</i> (Benth.) Burk.	Angico branco		X
<i>Allophylus edulis</i> (St. Hil.) Radlk.	Chal-chal	X	X
<i>Allophylus guaraniticus</i> (St. Hil.) Radlk.	Vacum		X
<i>Aspidosperma parvifolium</i> A. DC.	Guatambú	X	
<i>Bauhinia forficata</i> Benth.	Pata-de-vaca	X	
<i>Cabrlea canjerana</i> (Vell.) Mart.	Canjerana		X
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> Berg.	Guavirova	X	X
<i>Casearia decandra</i> Jack.	Guaçatunga	X	
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Chá-de-bugre	X	X
<i>Cedrella fissilis</i> Vell.	Cedro		X
<i>Celtis</i> sp.	Esporão-de-galo	X	
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. et Arn.) Radlk.	Aguaí leiteiro	X	
<i>Cupania vernalis</i> Camb.	Camboatá vermelho	X	X
<i>Dalbergia variabilis</i> Vogel	Rabo-de-bugio	X	X
<i>Eryobotria japonica</i> L.	Nespereira		X
<i>Eugenia rostrifolia</i> Legr.	Cerejeira	X	X
<i>Eugenia uniflora</i> L.	Pitangueira	X	X
<i>Gimnanthes concolor</i> (Spreng.) Müll. Arg.	Laranjeira-do-mato	X	X
<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.	Uva-do-Japão	X	
<i>Inga marginata</i> (Vell.) Mart.	Ingá		X
<i>Lonchocarpus campestris</i> Mart. ex Benth.	Rabo-de-bugio	X	
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	Açoita cavalo	X	X
<i>Machaerium glabrum</i> Hassl.	Farinha seca	X	
<i>Machaerium paraguariense</i> Hassl.	Canela-do-Brejo	X	
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Camboatá branco	X	X
<i>Maytenus ilicifolia</i> Mart. ex Reiss.	Cancorosa	X	X
Mortas	Mortas	X	X

TABELA 4: Continuação.

Nome científico	Nome Comum	Regeneração	
		CAP	FS
<i>Myrcianthes pungens</i> (Berg) Legr.	Guabijú	X	
<i>Myrcine umbellata</i> Mart. ex A. DC.	Capororoca		X
<i>Myrocarpus frondosus</i> Fr. All.	Cabreúva	X	
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	Canela amarela		X
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	Canela preta	X	X
<i>Ocotea puberuala</i> Nees	Canela guaicá		X
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	Angico vermelho	X	X
<i>Patagonula americana</i> L.	Guajuvira	X	X
<i>Piper amalago</i> Kunth	Pimenteira	X	
<i>Piper gaudchaudianum</i> Kunth	Pimenteira	X	X
<i>Psychotria cartaginensis</i> Cham. & Schlect.	Psicotria	X	X
<i>Psychotria leyocarpa</i> Cham. & Schlect.	Psicotria	X	X
<i>Pteridium aquilinum</i>	Samambaia	X	
<i>Roupalla brasiliensis</i> Klotz.	Carvalho brasileiro		X
<i>Sorocea bonplandii</i> (Bail.) Burger, Lanj. & Boer	Cincho	X	X
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassm.	Coqueiro jerivá		X
<i>Trichilia clausenii</i> C. DC.	Catiguá vermelho	X	X
<i>Trichilia elegans</i> A. Juss.	Pau-de-ervilha	X	X
<i>Xaeferia argentinensis</i> L.	Xeferia		X
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Mamica-de-cadela		X

No capoeirão, são encontradas espécies típicas desta fase sucessional, sendo espécies pioneiras e secundárias como *Bauhinia forficata*, *Cupania vernalis*, *Lonchocarpus campestris*, *Luehea divaricata*, *Machaerium glabrum*, *Machaerium paraguariense*, *Nectandra megapotamica* e *Patagonula americana*. No entanto, também ocorrem espécies típicas de sub-bosque da Floresta Estacional Decidual, como por exemplo, *Sorocea bonplandii*, *Trichilia clausenii* e *Trichilia elegans*. Foram amostradas, neste local, 34 espécies, sendo 13 exclusivas.

Na floresta secundária, os estratos herbáceo e arbustivo apresentaram-se com 34 espécies, sendo apenas 13 exclusivas desta fase sucessional. Nesta floresta, os elementos componentes dos dois estratos regenerativos da floresta apresentam elementos arbóreos secundários

iniciais e tardios em estágio juvenil (*Roupalla brasiliensis*, *Patagonula americana*, *Nectandra megapotamica*, *Ocotea puberuala*, etc), assim como espécies típicas de sub-bosque (*Gimnanthes concolor*, *Sorocea bomblandii*, etc).

4.1.2 Caracterização dendrométrica das unidades amostrais

Na Tabela 5, são apresentadas as características dendrométricas altura, DAP, área basal e volume por hectare, valores provenientes da cubagem rigorosa dos indivíduos.

O diâmetro à altura do peito (DAP) foi levemente superior na *subsere* floresta secundária, o que é decorrente da amostragem de alguns indivíduos de grandes dimensões nesta floresta, os quais fazem a média aumentar, apesar do grande número de indivíduos com pequenos diâmetros. Isso se comprova pelo DAP máximo, de 30,9 cm contra 18,3 cm no capoeirão.

Em relação à altura total, a floresta secundária apresentou valores superiores ao capoeirão, havendo diferenças em relação aos valores mínimos e máximos desta variável, os quais são amplamente superiores na floresta secundária. A altura comercial apresenta comportamento proporcional à altura total, favorecendo a floresta secundária, pela sua maior idade de desenvolvimento, o que proporciona um maior desenvolvimento dos indivíduos em madeira do tronco. Este aspecto já foi relatado por Vaccaro (1997), que encontrou correlação positiva entre o aumento da idade da *subsere* e características de qualificação do fuste, como maior comprimento, diminuição da tortuosidade, etc.

Em relação ao número de indivíduos por hectare, a floresta secundária apresenta um número menor, fato este esperado devido a sua estruturação, com estrato superior, médio e inferior definidos, com maior número de indivíduos de pequenas dimensões e poucos de grandes tamanhos.

Este número maior de indivíduos no capoeirão faz com que a área basal (G (m^2/ha)) apresente valores semelhantes para as duas fases sucessionais, o que se diferencia apenas em relação ao volume, uma vez que um indivíduo de dimensões maiores, como acontece na floresta secundária, equivale-se, em volume de madeira, a muitos do capoeirão.

TABELA 5: Valores médios, mínimos e máximos das variáveis dendrométricas medidas nos indivíduos do estrato arbóreo (≥ 10 cm CAP ou 3,18 cm DAP) das duas *subseres* ou fases sucessionais. Floresta Estacional Decidual de Santa Tereza, RS. 2003.

<i>Subsere</i> *	Parcela	DAP (cm)		Altura total (m)			Altura comercial (m)			N ind./ha	$G_{c/c}$ m ² /ha	$V_{c/c}$ m ³ /ha	
		Méd.	Min.	Máx.	Méd.	Min.	Máx.	Méd.	Min.				Máx.
1	1	8,6	4,1	16,5	10,3	2,4	15,1	5,7	1,4	11,3	3200	21,5	100,3
	2	6,7	3,2	20,1	8,5	4,9	13,7	6,4	2,8	11,3	7600	34,7	180,5
	3	7,1	3,2	18,3	8,4	2,6	12,9	4,6	1,3	9,3	4700	23,6	102,0
	média	7,5	3,5	18,3	9,1	3,3	13,9	5,6	1,8	10,6	5167	26,6	127,6
2	1	7,2	3,2	24,6	9,6	5	19,3	6	1,2	11	4100	22,9	112,0
	2	6,7	3,2	37,1	8,8	4	22,5	5,8	1,5	18,4	5400	31,5	240,1
	3	10,2	3,2	31,0	10,6	3,9	19,5	6,1	2,1	12,3	3000	35,1	227,7
	média	8,0	3,2	30,9	9,7	4,3	20,4	6,0	1,6	13,9	4167	28,5	193,3

* 1: capoeirão; 2: floresta secundária

4.2 Biomassa

4.2.1 Biomassa acima do solo

A biomassa estudada e relatada neste subcapítulo refere-se à biomassa (folhas, galhos vivos, galhos mortos, madeira e casca) dos indivíduos vegetais em pé, cortados ao nível do solo. Também foram consideradas as árvores mortas que ainda se encontravam em pé, uma vez que ainda não faziam parte da serapilheira, por ainda não terem caído. Na Tabela 6, são apresentados os valores totais da biomassa acima do solo estocada no capoeirão e na floresta secundária.

O capoeirão apresentou uma biomassa acumulada de 102,3 Mg ha⁻¹. Praticamente a metade da biomassa aérea desta *subsere* foi formada por madeira (49,95%); em segundo lugar, a fração galhos vivos formou 20,68% da biomassa; e, em terceiro pode-se destacar uma contribuição expressiva de lianas para a formação da biomassa, atingindo um percentual de 14,24%. A fração que menos contribuiu para a formação da biomassa foi as folhas do estrato arbustivo, com apenas 0,24% do total.

Comparando-se a biomassa acumulada no estrato arbóreo e na regeneração (estrato arbustivo e herbáceo), obtem-se cerca de 81,20% do peso para o primeiro contra apenas 4,56% da regeneração e 14,24% das lianas (cipós). Este amplo predomínio do estrato arbóreo pode ser explicado por ter sido tomado como CAP mínima limite igual a 10 cm, um valor baixo, se comparado a outros estudos.

TABELA 6: Biomassa acumulada acima do solo (kg ha^{-1}), em sua quantidade total e nas suas diferentes frações, no capoeirão e na floresta secundária. Floresta Estacional Decidual de Santa Tereza, RS. 2003.

Subsere / Parcela	Estrato arbóreo				E. Arbustivo			Herbáceo	Lianas	Total
	Folhas	Galhos v. Galhos m.	Madeira	Casca	Folhas	Mad/Galhos				
Capoeirão 1	1375,9	15849,7	860,5	43316,3	5137,1	185,45	1421,8	752,34	20126,8	89026,0
Capoeirão 2	2896,1	24248,4	717,0	69181,1	12015,0	225,91	4421,2	930,58	6245,3	120880,6
Capoeirão 3	2641,1	23349,1	887,7	40723,7	5899,0	316,56	4597,4	1149,97	17307,2	96871,8
Média	2304,4	21149,1	821,7	51073,7	7683,7	242,64	3480,2	944,30	14559,8	102259,5
%*	2,25	20,68	0,80	49,95	7,51	0,24	3,40	0,92	14,24	100,0
CV%**	35,3	21,8	11,2	30,8	49,1	27,7	51,3	21,1	50,4	16,2
Flor. Sec. 1	1878,6	21307,4	6270,4	42330,7	5178,9	228,9	4135,5	374,3	970,7	82675,3
Flor. Sec. 2	2740,3	21003,0	1334,3	106199,7	13858,6	220,5	3787,1	680,9	7875,6	157700,2
Flor. Sec. 3	5929,6	91874,0	1549,3	99347,0	12921,7	455,5	4606,6	1219,7	14638,5	232541,9
Média	3516,2	44728,1	3051,3	82625,8	10653,1	301,6	4176,4	758,3	7828,3	157639,1
%*	2,23	28,37	1,94	52,41	6,76	0,19	2,65	0,48	4,97	100,0
CV%**	60,7	91,3	91,4	42,4	44,7	44,2	9,8	56,4	87,3	47,5

* % que a fração representa em relação ao total de biomassa acumulada. ** ao nível de 95% de probabilidade de confiança.

Brun (2003), estudando a biomassa arbórea em mata ciliar e em estágio médio de regeneração de Floresta Estacional Decidual na região da Serra Gaúcha, usando como diâmetro mínimo limite do estrato arbóreo uma CAP igual a 25,0 cm, encontrou cerca de 37,5% e 15,68% da biomassa acima do solo acumulada na regeneração, para mata ciliar e floresta em estágio médio de sucessão, respectivamente.

Em relação às frações da regeneração, a biomassa acumulada foi de 4.667,14 kg ha⁻¹, sendo formada por percentuais de 5,20% de folhas, 74,57% de madeira/galhos e 20,23% de plantas herbáceas.

A floresta secundária apresentou uma biomassa acumulada de 157,6 Mg ha⁻¹. A biomassa acima do solo foi formada, a maior parte, por madeira (52,41%). Em segundo lugar, novamente esteve a fração galhos vivos, apresentando 28,37% da biomassa. Após estas, ficaram as frações casca e lianas, com 6,76% e 4,97%, respectivamente.

A biomassa de madeira e galhos vivos pode aproximar seus valores, em alguns casos, conforme aconteceu na terceira parcela da floresta secundária. Como o limite entre tronco e galhos foi tomado na bifurcação, esta pode se localizar em alturas menores, diminuindo o comprimento do tronco e aumentando a proporção relativa de galhos.

Na comparação entre a quantidade de biomassa acumulada no estrato arbóreo e na regeneração (estrato arbustivo e herbáceo), tem-se cerca de 91,71% de biomassa para o estrato arbóreo, contra apenas 3,32% da regeneração e 4,97% das lianas (cipós).

O predomínio do estrato arbóreo foi ainda maior que no capoeirão, tendo em vista basicamente o avanço dos processos sucessionais, o que faz com que a floresta aloque mais energia no acúmulo de biomassa de

madeira e ocorra um recuo significativo na biomassa de cipós. Os fatores discutidos em relação ao capoeirão, como CAP mínima limite baixa também são válidos para a floresta secundária.

Na regeneração, as frações da biomassa acumulada atingiram 5.236,3 kg ha⁻¹, sendo esta formada por 5,75% de folhas, 79,77% de madeira/galhos e 14,48% pelas herbáceas.

Paula *et al.* (1996), estudando a biomassa acumulada em área de mata ciliar, no estado de Goiás, em vegetação de Cerrado, encontraram um valor de 132,0 Mg ha⁻¹, distribuído somente entre as frações madeira com casca (86,4%) e galhos (13,6%).

Em área de floresta secundária na Amazônia, Rugani *et al.* (1997) estimaram em 125,13 Mg ha⁻¹ a biomassa total acima do solo, a qual considerou também a serapilheira acumulada sobre o mesmo, que atingiu 5,53 Mg ha⁻¹.

Brun (2003), estudando a biomassa em área de mata ciliar e em Floresta Estacional Decidual em estágio médio de regeneração, sendo esta última com fisionomia e estrutura semelhante à denominada floresta secundária deste estudo, relatou uma biomassa total de 110,65 Mg ha⁻¹ e 136,96 Mg ha⁻¹, respectivamente para mata ciliar e em estágio médio de regeneração. No tocante a esta última floresta, percebe-se que os valores são próximos aos deste estudo, principalmente na área de floresta secundária, o que leva a crer que os dados encontrados refletem o comportamento dessas fases sucessionais em acumular biomassa acima do solo.

A biomassa acumulada em diferentes estágios sucessionais de Floresta Ombrófila Mista Montana, em General Carneiro, PR, foi estudada

por Watzlawick *et al.* (2002), os quais relataram valores de 69,4 Mg ha⁻¹, 168,8 Mg ha⁻¹ e 397,8 Mg ha⁻¹ para estágio inicial, médio e avançado, respectivamente. Os autores justificam as grandes diferenças encontradas no acúmulo de biomassa em função das maiores dimensões dos indivíduos dos estágios sucessionais mais velhos, mesmo sendo a densidade de árvores maior no estágio sucessional mais jovem.

A biomassa acima do solo na floresta tropical amazônica foi estimada por Higuchi *et al.* (1998), em 324,0 Mg ha⁻¹, sendo, de acordo com os autores, menor que em outras florestas tropicais da África e da Ásia. Os troncos corresponderam a 65,6%, e a copa a 34,4%, a qual dividiu-se em galhos grossos (diâmetro >1,0 cm), que contemplam 17,8%; galhos finos 14,5%; folhas 2,03%; e flores/frutos 0,01%. Também foi estimado o acúmulo anual de biomassa, o qual chegou a um valor de 4,3 Mg ha⁻¹ ano⁻¹.

Considerando as duas fases sucessionais estudadas como apresentando 33 e 53 anos, respectivamente para o capoeirão e floresta secundária, chega-se a valores de incremento anual em biomassa da ordem de 3,01 e 2,97 Mg ha⁻¹ ano⁻¹.

Vaccaro (2002) estudou o crescimento das duas fases sucessionais objetos deste estudo, através do incremento ocorrido entre os anos de 1996 e 2000, e relatou que o aumento em diâmetro e área basal foi maior no capoeirão, com 0,14 cm ano⁻¹ e 0,226.10⁻³ m² ano⁻¹, contra 0,10 e 0,271.10⁻³ m² ano⁻¹.

Apesar de essas estimativas de crescimento (biomassa, diâmetro e área basal) serem obtidas por metodologias diferentes, a primeira, através de idade, e as outras, por inventário contínuo, percebe-se que os

incrementos em diâmetro correspondem ao de biomassa. Quanto à área basal, o período amostrado pode ter refletido mudanças de incremento em relação a idades mais jovens das *subseres*, o que não indica correspondência em relação ao acúmulo anual de biomassa acima do solo.

Golley *et al.* (1978) estudaram a biomassa acumulada em dois diferentes sítios de Floresta Tropical Úmida, no Panamá. Relataram que a biomassa viva alcançou 377,8 Mg ha⁻¹ na região do Rio Lara (estação úmida) e 276,1 Mg ha⁻¹ na região do Rio Sabama (estação seca). Porém as diferenças de acúmulo, segundo os autores, não foram puramente estacionais (a não ser para as frações folhas, flores e frutos), uma vez que a área basal por hectare na primeira área era de 45,2 m² ha⁻¹, contra 26,4 m² ha⁻¹ na segunda área, devido, principalmente, a uma maior densidade de indivíduos no primeiro caso.

Como visto, o acúmulo de biomassa nas florestas tropicais inalteradas apresenta-se bem superior aos valores encontrados nos estágios sucessionais da Floresta Estacional Decidual em estudo. Obviamente que os valores de acúmulo de biomassa, em uma floresta inalterada deste último tipo florestal, seriam maiores, mesmo sendo difícil alcançar a floresta amazônica neste aspecto.

Torna-se interessante comparar os dados relativos às diferentes frações da biomassa aérea, uma vez que podem expor parâmetros sucessionais de grande interesse.

Nesse sentido, observa-se que o acúmulo de biomassa de tronco é superior na floresta tropical, com 65,6% (Higuchi *et al.*, 1998), sendo somadas para isso as frações madeira e casca, contra 57,5% no capoeirão e

59,2% na floresta secundária. Contudo, este aspecto ocorre mais em função do estágio de sucessão da floresta do que do bioma considerado.

Em relação à fração galhos (finos e grossos), a produção na floresta amazônica chegou a 32,3% (Higuchi *et al.*, 1998), contra 21,5% no capoeirão e 30,3% na floresta secundária. Este aspecto poderia ser entendido de forma contrária ao que relatam Miller (1995) e Schumacher (1996), uma vez que a biomassa de copa, que inclui galhos, tenderia a diminuir sua participação com o tempo. No entanto, é importante considerar que as florestas objeto deste estudo não apresentam ainda uma estabilização em acúmulo de biomassa na suas frações, sendo que o seu crescimento prioritário ainda pode estar dirigido à formação de copa, apesar de ser cabível considerar que esta prioridade tende a diminuir com o passar dos anos.

Ao que parece, a variação da contribuição da fração folhas é extremamente pequena em relação ao aumento da idade da floresta, indo de 2,25% no capoeirão para 2,23% na floresta secundária. Em comparação, a floresta tropical avaliada por Higuchi *et al.* (1998), apresentou 2,03% de folhas.

Com base no estudo de Higuchi *et al.* (1998), pode-se justificar também a não-avaliação, neste estudo, da fração flores e frutos, uma vez que a mesma representou apenas 0,01% da biomassa aérea total. Isso também é relatado por outros autores como Golley *et al.* (1978), com 0,03% de flores e frutos (Floresta Tropical Úmida do Rio Lara) e 0,003% (Floresta Tropical Úmida do Rio Sabama); Hoppe (2003) com a fração frutos de um plantio de *Platanus x acerifolia* representando 0,03%. Watzlawick *et al.* (2002) relatam percentuais de 0,36%, 0,75% e 1,09%

para a fração miscelânea em três diferentes estágios sucessionais (inicial, intermediário e avançado, respectivamente) de uma Floresta Ombrófila Mista Montana no Paraná. Estes maiores percentuais referidos pelo último trabalho ocorrem pela fração miscelânea dos referidos autores considerar materiais como musgos, bromélias e outros, além de flores e frutos, na mesma fração.

Praticamente não existem trabalhos que avaliaram separadamente a biomassa de lianas. Neste estudo, a biomassa total de lianas foi maior no capoeirão ($14,6 \text{ Mg ha}^{-1}$) e decresceu significativamente na floresta secundária ($7,8 \text{ Mg ha}^{-1}$). Em termos relativos, a contribuição desta fração teve diminuição ainda mais drástica, passando de 14,24% no capoeirão para 4,97% na floresta secundária. Mesmo assim, observações de campo, no momento da coleta de dados, evidenciam que a ocorrência de lianas, no estágio sucessional mais jovem, acontece de forma generalizada, ou seja, rente ao solo, no estrato arbustivo, junto às maiores árvores, etc. Ao contrário, na floresta mais velha, a ocorrência se dá prioritariamente junto às copas das maiores árvores, na maioria dos casos, atrapalhando o desenvolvimento destas. Assim, em situações de manejo sustentado, uma das atividades a ser realizada deve ser o corte destes cipós. Este aspecto é respaldado em literatura específica, como em Schneider & Finger (2000).

De acordo com Houghton (1994), as diferenças no acúmulo de biomassa entre distintos estágios sucessionais justificam-se à medida que diferentes tipos de florestas estocam quantidades variadas de biomassa. Além disso, a variação de locais dentro do mesmo tipo florestal também pode fazer variar muito a biomassa. Isso ocasiona uma diversificação nas

estimativas de biomassa, conforme pode ser observado na Tabela 5 anteriormente apresentada.

A partir disso, pode-se concluir que são inúmeros os possíveis comportamentos que podem ser diagnosticados em relação ao acúmulo de biomassa entre diferentes florestas e dentro de um mesmo tipo florestal. Desta forma, principalmente em florestas nativas, para as quais as leis de proteção são severas, em locais onde ainda não se tem idéia sobre a biomassa acumulada no sistema e suas inter-relações, deve-se primeiro efetuar amostragens destrutivas visando conhecer a biomassa acumulada em suas diferentes frações e compartimentos, fornecendo parâmetros (variáveis) para futuras modelagens matemáticas do acúmulo de biomassa para estes locais, o que deixará de demandar o abate de árvores a cada novo estudo. No trabalho de Sanquetta (2002) são apresentados métodos de determinação de biomassa que podem ser usados para florestas naturais e plantadas.

4.2.1.1 Comparação entre as unidades amostrais de cada fase sucessional

Para a verificação da variação dos valores de biomassa acumulada acima do solo nas duas fases sucessionais, a Tabela 7 apresenta as variâncias dos valores em cada fração.

No capoeirão, observa-se uma homogeneidade das variâncias, menos para a fração galhos mortos. Isso implica dizer que os dados provêm de uma mesma população, homogênea. A heterogeneidade verificada para a fração galhos mortos era um fato esperado, em virtude desta fração se constituir em elemento muito diferenciado entre um indivíduo arbóreo e

outro, uma vez os valores variaram de 0 (zero) a mais de 5 kg entre as árvores, nas três parcelas avaliadas.

Este fato é biologicamente explicável, uma vez que indivíduos jovens, em pleno crescimento, dificilmente apresentam perda de galhos, principalmente quando estão recebendo luz em quantidade adequada. Caso contrário, indivíduos mais velhos, em concorrência, terão parte de sua copa sendo sombreada, o que leva à morte de alguns galhos, os quais perdem rapidamente as folhas, mas persistem na copa ainda por algum tempo.

TABELA 7: Variâncias dos dados de biomassa acima do solo, para cada fração, nas diferentes parcelas das duas fases sucessionais, e decisão baseada no Teste de homogeneidade de variâncias.

Fração / Parcela	Capoeirão (parcela) (kg/árvore)			Decisão
	1	2	3	
Folha	0,37	0,46	0,74	Hom.*
Galho Vivo	41,67	50,53	82,97	Hom.
Galho Morto	0,86	0,05	0,14	Heter.*
Madeira	187,55	138,70	170,09	Hom.
Casca	2,58	4,11	2,51	Hom.
N (n° árvores)	32	78	48	-
Fração / Parcela	Floresta Secundária (parcela) (g/árvore)			Decisão
	1	2	3	
Folha	1,73	2,10	18,81	Heter.
Galho Vivo	214,41	58,80	5431,31	Heter.
Galho Morto	83,95	2,74	1,39	Heter.
Madeira	317,52	3604,84	3774,82	Heter.
Casca	4,12	63,87	52,37	Heter.
N (n° árvores)	41	55	30	-

* homogeneidade ou heterogeneidade das variâncias dos dados, entre as parcelas de cada fase sucessional, com base no Teste de Bartlett, a 5% de probabilidade de erro.

Este aspecto já foi comentado por Brun *et al.* (2002), ao avaliarem a deposição de serapilheira de galhos grossos (> 1 cm de diâmetro) nas mesmas fases sucessionais deste estudo. Segundo os autores, tudo indica que ocorre uma eventualidade na deposição deste material, não sendo verificada uma sazonalidade típica na deposição, o que implica dizer que os galhos morrem e ficam presos à copa por algum tempo, sendo liberados em função de ventos, precipitações fortes ou ainda pela atividade da fauna.

Na floresta secundária, verifica-se uma maior heterogeneidade de dados, uma vez que todas as frações foram heterogêneas, entre as três parcelas estudadas. Isso implica que as diferenças existentes entre as parcelas são significativas, ou melhor, esta fase sucessional apresenta maiores variações espaciais de acúmulo de biomassa acima do solo, o que é assegurado na Tabela 9, que apresenta o teste de comparação para as médias de acúmulo de biomassa, para as diferentes frações.

A Tabela 8 demonstra que todas as médias, para as duas fases sucessionais, independentemente da fração, apresentaram-se homogêneas. Pelo teste realizado, ao se atestar heterogeneidade entre as “n” variâncias, usa-se o valor máximo de “n” para o cálculo de “tc” (t calculado) na comparação das médias. Sendo assim, a probabilidade de que as médias sejam dadas como estatisticamente iguais aumenta, uma vez que a diferença entre duas médias seja dividida por um valor maior.

Pela observação dos dados da Tabela 8, percebe-se uma maior variabilidade quanto aos pesos de matéria seca por árvore na floresta secundária. Esta variação espacial significativa é típica de um estágio sucessional mais velho, no qual ocorre maior número de indivíduos de menores dimensões e um pequeno número de árvores grandes, estas com

um distanciamento espacial maior dentro da floresta, sendo dificultada uma amostragem mais homogênea destes indivíduos, que são responsáveis pela variabilidade atestada.

TABELA 8: Médias de biomassa acima do solo (kg/árvore) obtidas em cada fração das parcelas nas duas fases sucessionais, e hipótese aceita como verdadeira após o teste de comparação de médias.

Fração	Parcelas (kg/árvore)			Decisão		
	1	2	3	1/2	1/3	2/3
Capoeirão						
Folha	0,43	0,37	0,55	Ho*	Ho	Ho
Galho Vivo	4,95	3,11	4,86	Ho	Ho	Ho
Galho Morto	0,27	0,09	0,19	Ho	Ho	Ho
Madeira	13,54	8,87	8,48	Ho	Ho	Ho
Casca	1,61	1,54	1,23	Ho	Ho	Ho
Floresta Secundária						
Folha	0,46	0,51	1,98	Ho	Ho	Ho
Galho Vivo	5,20	3,89	30,63	Ho	Ho	Ho
Galho Morto	1,53	0,25	0,52	Ho	Ho	Ho
Madeira	10,33	19,67	33,12	Ho	Ho	Ho
Casca	1,26	2,57	4,31	Ho	Ho	Ho

* Ho: não há diferença significativa entre as médias, pelo teste t, em nível de 5% de probabilidade de erro;

4.2.1.2 Comparação entre as fases sucessionais

A homogeneidade das variâncias entre as fases sucessionais foi testada através do Teste F e está exposta na Tabela 9. Para as frações que tiveram a sua biomassa quantificada somente ao nível de parcela e não de indivíduo, como nos estratos arbustivo, herbáceo e das lianas, o teste de homogeneidade somente é possível entre as florestas, considerando como ponto de partida os dados de biomassa seca de cada unidade amostral.

Observou-se a existência de variâncias heterogêneas para todas as frações do estrato arbóreo, além da fração madeira/galhos do estrato arbustivo. Para a fração folhas do estrato arbustivo e os estratos das plantas herbáceas e das lianas, constatou-se que as variâncias são homogêneas entre as fases sucessionais. Isso comprova o aspecto já discutido no item anterior, ou seja, o de que os indivíduos de maiores dimensões são os responsáveis pela maior variabilidade dos dados, heterogeneidade essa que decresce em relação aos estratos regenerativos, de menor biomassa.

TABELA 9: Teste de homogeneidade das variâncias entre as duas fases sucessionais (Estrato arbóreo em kg/árvore; demais estratos em kg/parcela).

Estrato	Fração	Variância na Fase sucessional		Decisão*
		Capoeirão	Flor. secundária	
Arbóreo	Folha	0,52	18,81	Heter.
	Galho Vivo	58,39	5431,31	Heter.
	Galho Morto	0,89	83,95	Heter.
	Madeira	165,45	3774,82	Heter.
	Casca	3,07	63,87	Heter.
Arbustivo	Folhas	0,45	1,78	Hom.
	Mad./galhos	318,52	16,92	Heter.
Herbáceo	-	3,97	18,32	Hom.
Lianas	-	5383,52	4670,38	Hom.

* As variâncias entre as duas fases sucessionais são homogêneas ou heterogêneas, através do Teste F, a 5% de probabilidade de erro.

Estes aspectos implicam diretamente em dizer que os dados de biomassa seca do estrato arbóreo são provenientes de populações diferentes, o que pode ser comprovado por observações a campo. A homogeneidade verificada na fração folhas do estrato arbustivo, no estrato herbáceo e de lianas demonstra que o comportamento do acúmulo de biomassa desses componentes segue padrões semelhantes, havendo apenas,

com o decorrer da sucessão florestal, uma substituição ao nível de florística e não mudanças drásticas em acúmulo de biomassa.

As folhas do estrato arbustivo são provenientes de elementos comuns, na maioria, entre as duas fases sucessionais, em espécies e número de indivíduos, o que produz semelhança com o acúmulo de biomassa por essa fração. O estrato herbáceo é mais denso no capoeirão, o que também implica no maior peso médio de biomassa nesta *subsere* (Tabela 9). Na floresta secundária a ocorrência de cipós está associada, na maioria dos casos, à copa das árvores maiores. No capoeirão, isso também ocorre; contudo, como as árvores são menores, o maior peso médio de lianas no capoeirão é proveniente da ocorrência de cipós de forma generalizada e não só associado às copas das árvores.

Segundo os testes estatísticos realizados, as médias de acúmulo de biomassa, comparadas entre as duas fases sucessionais, não apresentaram diferenças significativas. Porém, devido a grande variabilidade dos dados, principalmente para a floresta secundária, demonstrada pela heterogeneidade das variâncias (Tabela 9), acredita-se que o teste de comparação de médias (Tabela 10) não seja representativo e abrangente o suficiente para inferir sobre os valores, cabendo observações mais pontuais dos dados, em nível ecológico, para que sejam feitas inferências sobre o comportamento das duas fases sucessionais em acúmulo de biomassa.

Na Tabela 10, é apresentada a comparação de médias de acúmulo de biomassa aérea entre as duas fases sucessionais, para as diferentes frações.

Visando suprir tal questão, um dos caminhos a ser seguido poderia ser a ampliação da intensidade de amostragem. No entanto, isso esbarra em maiores custos e principalmente, em restrições de cunho legal, quanto ao

licenciamento de abate das árvores e também em relação ao pequeno tamanho das áreas de estudo, uma realidade presente na maioria dos fragmentos de Floresta Estacional Decidual na região.

TABELA 10: Comparação entre as médias das duas fases sucessionais (estrato arbóreo: kg/árvore; demais estratos: kg/parcela).

Estrato	Fração	Médias na Fase sucessional		Decisão*
		Capoeirão	Flor. secundária	
Arbóreo	Folha	0,45	0,98	Ho
	Galho Vivo	4,31	13,24	Ho
	Galho Morto	0,18	0,76	Ho
	Madeira	10,30	21,04	Ho
	Casca	1,46	2,71	Ho
Arbustivo	Folhas	2,43	3,02	Ho
	Mad./galhos	34,80	41,76	Ho
Herbáceo	-	9,44	7,58	Ho
Lianas	-	145,60	78,28	Ho

* Ho: não há diferença significativa entre as médias, pelo teste t, em nível de 5% de probabilidade de erro.

Além disso, não se pode ter total certeza de que o aumento da área amostral trará diferenças quanto a homogeneidade dos resultados, uma vez que isso poderá também implicar em amostrar áreas com maior variabilidade dentro do fragmento.

4.2.2 Biomassa abaixo do solo

As biomassas de raízes grossas ($d > 2$ mm) e finas ($d \leq 2$ mm) são apresentadas na Tabela 11. A biomassa de raízes grossas não apresentou diferenças estatísticas entre o capoeirão e a floresta secundária, apesar dos valores absolutos da média serem relativamente distantes, variando de

24,95 Mg ha⁻¹ no capoeirão para 38,83 Mg ha⁻¹ na floresta secundária. Na *subsera* mais jovem, ocorreu uma menor variabilidade entre os dados provenientes das três parcelas de estudo, ao contrário da floresta mais velha, na qual os valores de biomassa de raízes grossas variaram de 17,60 Mg ha⁻¹, valor este menor que no capoeirão, chegando até a 56,8 Mg ha⁻¹, o dobro do maior valor no capoeirão. Esta ampla variação reflete, principalmente, as maiores dimensões das raízes das árvores abatidas na floresta mais velha pois, em ambas as áreas, também os tocos, do nível do solo para baixo, foram considerados como raízes.

TABELA 11: Biomassa de raízes finas e grossas (kg ha⁻¹) nas duas fases sucessionais da Floresta Estacional Decidual. Santa Tereza, RS. 2003.

Fase sucessional	Parcela (kg ha ⁻¹)			Média (kg ha ⁻¹)	CV%
	1	2	3		
Raízes grossas (RG) (> 2 mm)					
Capoeirão	26766,7	20150,0	27933,3	24950,0 a	16,8
Floresta secundária	42100,0	17600,0	56800,0	38833,3 b	51,0
Raízes finas (RF) (≤ 2 mm)					
Capoeirão	7027,2	10859,2	5907,2	7931,2 a	32,7
Floresta secundária	1948,8	2726,4	3844,8	2840,0 b	33,6
Biomassa total de raízes (RG + RF)					
Capoeirão	33793,9	31009,2	33840,5	32881,2	4,9
Floresta secundária	44048,8	20326,4	60644,8	41673,3	48,6

* ns = diferença entre as duas médias não é significativa pelo teste t, a 5% de probabilidade de erro; ** diferença significativa a 55 de probabilidade de erro.

Este mesmo aspecto também foi relatado por Caldeira (2003), na quantificação de biomassa de raízes em área de Floresta Ombrófila Mista Montana no Paraná. O autor relatou variações entre 12,52 e 113,37 Mg ha⁻¹ na biomassa de raízes totais até 50 cm de profundidade, ficando a média em 40 Mg ha⁻¹ e o coeficiente de variação em 63%, alegando que tal

aspecto é diretamente influenciado pelo pequeno tamanho da parcela e pela amostragem eventual de raízes de árvores maiores, o que eleva muito a média de biomassa de raízes.

A biomassa de raízes finas foi superior na *subsere* capoeirão, sendo que a floresta secundária apresentou apenas 35,8% da massa de raízes finas do capoeirão. A fase sucessional mais jovem possui uma grande biomassa de raízes finas principalmente nas duas camadas superiores de solo. Maiores detalhes sobre este aspecto podem ser obtidos na discussão da Figura 6.

Em relação à biomassa total, as raízes representaram 24,3% e 20,9%, respectivamente para o capoeirão e floresta secundária. Esta maior proporção de raízes, até a profundidade avaliada, na *subsere* mais jovem, denota a necessidade de maior exploração da carga de nutrientes do solo, o qual é raso nesta área e, suportando uma floresta de idade mais jovem, também é proporcionalmente mais explorado pelas raízes.

No capoeirão, a biomassa de raízes finas apresentou-se altamente correlacionada, através do coeficiente de correlação de Pearson, com a área basal (m^2) e com o número de árvores da parcela ($r = 0,91$ e $0,84$, respectivamente, em probabilidade de 5% de erro). As raízes grossas apresentaram o mesmo nível de correlação com a área basal, porém o coeficiente mostrou-se inverso em relação ao número de árvores da parcela ($r = -0,88$). Isso influenciou o teste de correlação destas variáveis dendrométricas com a biomassa total de raízes, que apresentou valores negativos, de $r = -0,97$ e $-0,93$, em relação à área basal e ao número de árvores da parcela.

Tal fato significa uma proporcionalidade de aumento da biomassa de raízes finas com o crescimento da área basal. Porém, nesta *subsere*, a área basal é mais influenciada pelo maior número de árvores do que pela dimensão dos indivíduos, o que a torna pequena devido à maior concorrência, sendo relativamente menor a biomassa de raízes grossas nesta *subsere*.

Na floresta secundária, a biomassa de raízes finas apresenta-se diretamente correlacionada com a área basal da parcela ($r = 0,92$). Apresenta também uma média correlação inversa com o número de árvores da unidade amostral ($r = -0,53$). Em relação à biomassa de raízes grossas, a correlação é fortemente negativa com o número de árvores da parcela ($r = -0,99$). Isso se repete quanto à biomassa total de raízes, a qual é negativamente correlacionada com o número de árvores ($r = -0,99$).

A maior biomassa de raízes grossas nesta *subsere* é proveniente, obviamente, dos maiores indivíduos, fazendo com que, nas parcelas nas quais a biomassa de raízes de árvores grandes foi amostrada, ocorra um predomínio de raízes grossas, em detrimento de árvores menores que apresentariam maior proporção de raízes finas. Isso explica a correlação negativa em relação ao número de árvores.

A biomassa de raízes em florestas tropicais, conforme Brown & Lugo (1982), varia significativamente entre os diferentes ecossistemas. Ela pode alcançar percentuais entre 10 e 50% em relação à biomassa total, com uma média de 17%. Estes valores dependem principalmente do tipo de solo, sua umidade e fertilidade e também diferem de acordo com a dinâmica da floresta.

A distribuição da biomassa de raízes finas no perfil, em função de um volume específico de solo, também chamado de densidade de raízes finas, demonstra uma clara superioridade deste parâmetro, principalmente até 20 cm de profundidade, cabendo aí as duas primeiras camadas avaliadas (Figura 6). Entre a terceira e a quarta camada, parece haver uma certa estabilização na densidade de raízes finas no capoeirão. Isso também ocorre na floresta secundária, nas três últimas camadas.

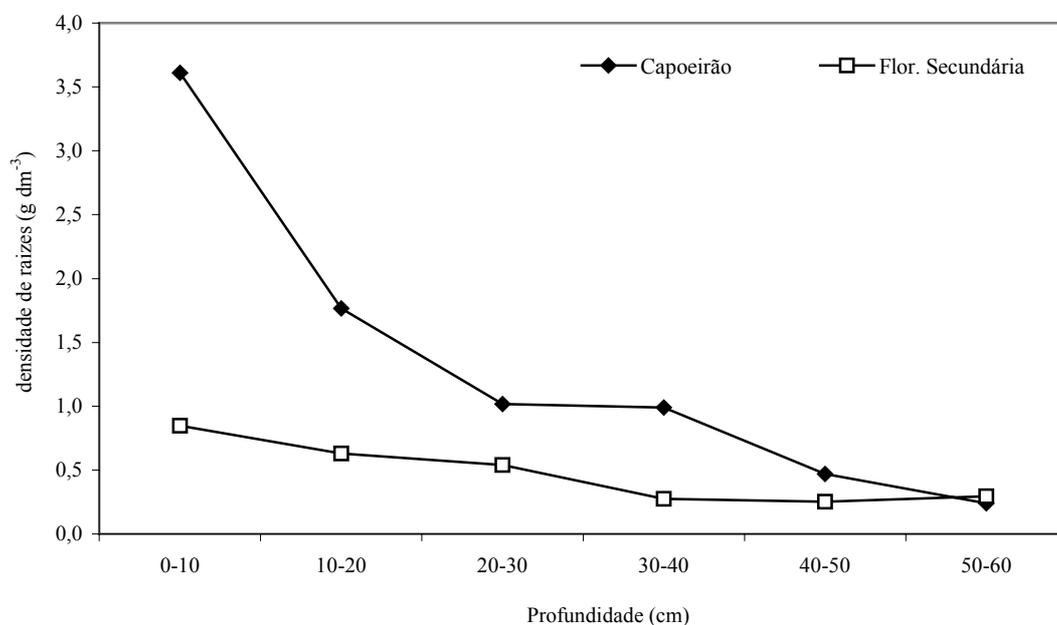


FIGURA 6: Densidade de raízes finas (g cm^{-3}) em função da profundidade do solo nas duas fases sucessionais. Santa Tereza, RS. 2003.

Apesar de em ambas as fases sucessionais ter sido atestada a maior concentração de raízes finas nas camadas superiores de solo, há indícios de que a floresta secundária tenha uma distribuição mais equilibrada das raízes em relação à profundidade. Prova disso é que no capoeirão, 45,5% das raízes finas encontram-se na primeira camada, contra 29,9% da floresta

secundária. Na segunda camada, ocorre um equilíbrio na distribuição (22,3% no capoeirão e 22,2% na floresta secundária). Na terceira, quinta e sexta camadas de solo, a densidade de raízes finas é proporcionalmente superior na floresta secundária (19% contra 12,8%; 8,9% contra 5,9%; e 10,4% contra 1,0%), havendo somente diferença a favor do capoeirão na quarta camada de solo (9,7% contra 12,5%).

O fator preponderante para que isso ocorra refere-se principalmente a maior profundidade do solo na floresta mais velha, contudo, também pode estar relacionado à composição de espécies das áreas e ao estágio de desenvolvimento da floresta, uma vez que o capoeirão apresenta predomínio de pioneiras, que priorizam a produção de biomassa de folhas e raízes finas, visando a absorção de nutrientes para seu rápido crescimento, os quais encontram-se a maioria nas camadas superficiais, o que é facilitado por fatores como o acúmulo de matéria orgânica nesta camada. Na floresta mais velha, é facilitada a distribuição mais equilibrada de raízes em maior profundidade, pelo solo ser mais profundo e pela floresta comportar espécies mais longevas, as quais têm crescimento mais lento e capacidade de infiltrar suas raízes em camadas mais profundas.

4.2.3 Serapilheira acumulada

Na Tabela 12 é possível observar a quantidade de serapilheira acumulada sobre o solo de cada fase sucessional. A serapilheira considerada neste estudo representa todo o material morto, de origem vegetal, depositado sobre o solo, que ainda é passível de identificação quanto a que fração pertence.

O acúmulo de serapilheira foi maior na floresta secundária. Isso pode refletir uma menor velocidade de decomposição do material produzido pelas plantas, como também uma maior produção de serapilheira pela floresta mais velha.

TABELA 12: Serapilheira acumulada sobre o solo (Kg ha^{-1}) das duas fases sucessionais. Santa Tereza, RS. 2003.

Parcela	Capoeirão			Floresta secundária		
	Serap.	ML**	Total	Serap.	ML	Total
1	5220,5	2192,4	7412,9 a*	7480,1	2587,9	10068,0 a
2	4087,6	2456,1	6543,7 b	5261,5	3329,2	8590,7 b
3	6069,3	1737,5	7806,8 a	6841,3	3932,1	10773,4 a
Média	5125,8	2128,7	7254,5	6527,6	3283,1	9810,7
CV%	19,4	17,1	8,9	17,5	20,5	11,4

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro; ** material lenhoso da serapilheira (galhos com diâmetro > 1 cm e troncos).

Este aspecto já foi estudado em outras ocasiões, nas mesmas áreas. O trabalho de Brun (2002) avaliou a deposição e o acúmulo de serapilheira durante o período de 20 meses. Este autor relatou uma produção anual de $6578,4 \text{ kg ha}^{-1}$ e $7409,7 \text{ kg ha}^{-1}$, para o capoeirão e floresta secundária, respectivamente. Isso reflete o maior acúmulo demonstrado na Tabela 11, para a *subsera* mais velha, uma vez que a serapilheira acumulada foi considerada como de rápida decomposição, com um coeficiente k igual a 1,27 no capoeirão e 1,28 na floresta secundária. Segundo Olson (1963), quando os valores são superiores a 1,0 (um), indicam que a serapilheira do local apresenta uma rápida decomposição, uma vez que o coeficiente é obtido pela relação entre a serapilheira produzida anualmente e a média da quantidade de serapilheira acumulada sobre o solo.

Com isso, estima-se, através da chamada meia vida ou vida média da serapilheira sobre o solo ($t_{0,05} = \ln 0,05 / k$), que o tempo necessário para o desaparecimento de 95% da serapilheira é de 2,36 anos no capoeirão e 2,33 anos na floresta secundária. Pode-se antever então, uma vez que o tempo de decomposição aparece como estável e pouco diferenciado entre as duas *subseres*, que o maior acúmulo de serapilheira na floresta secundária ocorre principalmente em função da maior produção.

O acúmulo de material lenhoso foi amplamente superior na floresta secundária, sendo que a quantidade acumulada no capoeirão equivaleu a apenas 64,8% da floresta mais velha. Tal fato ocorre em função das maiores dimensões dos galhos amostrados na *subserie* mais desenvolvida e também da amostragem de alguns pequenos troncos. No capoeirão, boa parte dos galhos foi amostrada junto à serapilheira, por serem de pequenos diâmetros. O estudo de Brun (2002) comprova tal aspecto, uma vez que a produção anual de serapilheira teve maior participação dos galhos finos no capoeirão (22,5%) em relação à floresta secundária (20,8%).

A presença deste material lenhoso, lignificado, sobre o solo, sugere uma fonte de nutrientes de relativamente lenta liberação para as raízes, em comparação com outras frações como folhas. O estudo de Longhi *et al.* (2004), realizado nas mesmas áreas objeto deste estudo e no mesmo ano, que avaliou, entre outros aspectos, a deposição de galhos grossos, apresenta dados de deposição anual igual a 408,1 kg ha⁻¹ no capoeirão e 906,8 kg ha⁻¹ na floresta secundária. Estes dados, comparados com o acúmulo (Tabela 12), remetem a coeficientes de decomposição k extremamente baixos, iguais a 0,19 e 0,28, no capoeirão e floresta secundária, respectivamente. Calculando-se o tempo necessário para a decomposição de 50% e 95%

deste material, obtêm-se valores iguais a 3,6 e 15,8 anos no capoeirão e a 2,5 e 10,7 anos na floresta secundária. Deve-se considerar que estes valores são aproximados e servem apenas para dar uma idéia sobre os aspectos discutidos.

Segundo dados de literatura específica sobre avaliação de deposição de serapilheira em diferentes estágios sucessionais de um determinado tipo florestal, é relatada uma tendência de aumento de deposição em idades mais jovens até que ocorra uma estabilização, quando a floresta estará em estágio próximo ao clímax (Ewel, 1976; Schlittler *et al.*, 1993; Leitão Filho, 1993; Louzada *et al.*, 1997; Oliveira & Lacerda, 1999; Barbosa, 1999). Porém, esta situação ainda não pode ser verificada na maioria dos trabalhos que avaliaram a deposição de serapilheira em área de Floresta Estacional Decidual (Brun, 2002; König *et al.*, 2002; Cunha *et al.*, 1993; Cunha, 1997), uma vez que praticamente não existem florestas em estágio de clímax, em área de Floresta Estacional Decidual no estado do Rio Grande do Sul.

Ao que tudo indica, a floresta prioriza, em estágios sucessionais mais jovens, a alocação de energia na formação da serapilheira sobre o solo, como forma de se proteger contra efeitos adversos sentidos em locais degradados, como a erosão hídrica. Também melhora o abastecimento radicular de nutrientes, alimentando a ciclagem e compensando, dessa forma, o suprimento muitas vezes precário, por parte do solo, de nutrientes necessários ao seu metabolismo. Só após isso, com esta meta cumprida e o aparecimento de espécies mais longevas na sucessão da floresta, é que o abastecimento prioritário da ciclagem de nutrientes será direcionado para a

madeira, aumentando a participação percentual desta fração no acúmulo de minerais e biomassa na floresta.

4.3 Nutrientes na biomassa

4.3.1 Teores de nutrientes na biomassa acima do solo

As Tabelas 13 e 14 apresentam, respectivamente, os teores de macro e micronutrientes presentes na biomassa acima do solo.

Em relação aos teores de nitrogênio, ocorre um domínio da fração folhas, as quais, para o estrato arbóreo e arbustivo do capoeirão, tiveram teores estatisticamente superiores. Teores intermediários de N encontraram-se no estrato herbáceo, o qual também apresenta folhas na sua composição. As frações galhos vivos, cascas, madeira/galhos do estrato arbustivo e lianas apresentaram teores intermediários, os quais não diferiram estatisticamente do teor nos galhos. A madeira apresentou o menor teor de N.

Na floresta secundária, os teores de N demonstraram comportamento semelhante ao capoeirão, com uma superioridade nas folhas do estrato arbóreo, que não apresentou diferença significativa em relação à fração folhas do estrato arbustivo e ao estrato herbáceo. A fração madeira apresentou o menor teor de N, não diferindo estatisticamente da madeira/galhos do estrato arbustivo e dos galhos mortos. A casca, galhos vivos e lianas apresentaram teores intermediários de N.

A proporção entre os vários nutrientes na biomassa pode ser fortemente determinada pela espécie e família, pelo órgão analisado ou ainda pelo estágio de desenvolvimento da planta (Larcher, 2000). Este

autor estabelece intervalos de valores médios para alguns elementos, os quais posicionam o nitrogênio entre os limites de 12 - 75 g kg⁻¹ para os limites de ocorrência nas plantas e entre 15-25 g kg⁻¹ para as necessidades dos vegetais.

Com base nestes intervalos, os valores encontrados para os teores de N na biomassa acima do solo (Tabela 13) colocam as frações com folhas em sua composição (folhas do estrato arbóreo, do arbustivo, herbáceo e lianas) mais as cascas integrantes ou superiores a este intervalo. As frações foliares apresentam esse predomínio nos teores de N em função de este elemento ser participante da maioria das reações de metabolismos de compostos (aminoácidos, proteínas, aminas, amidas, aminoaçúcares, coenzimas, vitaminas, etc) (Malavolta, 1985), as quais têm o seu sítio de ocorrência principal nas folhas, em virtude da ocorrência da fotossíntese.

Pode-se também afirmar que, em nível geral, não ocorrem deficiências de N nas florestas estudadas, uma vez que neste caso, os sintomas se manifestariam primeiramente nessas frações, em função da mobilidade do elemento para outros órgãos. Deve-se ressaltar, no entanto, que a análise geral das florestas pode mascarar certas deficiências específicas, pois um dos grupos principais de espécies, seria o das leguminosas que, em função da sua maior capacidade de absorção do elemento, poderiam elevar o teor médio e esconder possíveis pequenos valores de outras espécies não fixadoras de N atmosférico.

Os teores de P, apresentaram comportamento semelhante ao do N para as duas áreas estudadas. Especificamente para o capoeirão, os maiores teores do elemento foram observados na fração folhas do estrato arbóreo, que não diferiu seu teor das folhas do estrato arbustivo e do herbáceo.

Os menores teores do elemento couberam à madeira, a qual não diferiu seu teor em relação às frações casca e galhos mortos. Teores intermediários foram observados na madeira/galhos do estrato arbustivo, galhos vivos e lianas.

O teor de P, nas frações da biomassa acima do solo da floresta secundária, foi prioritário nas frações folhas do estrato arbustivo e arbóreo e no estrato herbáceo, os quais não diferiram do teor dos galhos vivos e das lianas. A fração mais pobre em P foi novamente a madeira, não diferindo do teor na madeira/galhos do estrato arbustivo, galhos mortos e casca.

Exceto para as frações foliares, os teores de P podem ser interpretados como baixos, com base em Larcher (2000), o qual estabelece como limites de necessidade para as plantas, teores entre 1,5 e 3,0 g kg⁻¹. A exemplo do N, o P tem ampla mobilidade dentro da planta, e isso faz com que o mesmo concentre-se nos órgãos mais novos e seja ciclado bioquimicamente visando a sua manutenção na planta (bio-acumulação), sendo participante ativo dos compostos ricos em energia (Adenosina Trifosfato), apesar do baixo suprimento por parte do solo, aspecto característico dos solos tropicais e sub-tropicais. A também ocorrência de P em órgãos estruturais explica os seus teores, mesmo baixos, nas demais frações da planta, como exemplo as lenhosas.

No capoeirão, o teor de potássio foi superior nas frações folhas do estrato arbustivo, do arbóreo e no herbáceo. Os menores teores ocorreram nas frações galhos mortos, madeira, casca e madeira/galhos do estrato arbustivo. Teores intermediários ficaram por conta das lianas e galhos vivos.

TABELA 13: Teores de macronutrientes e carbono orgânico (g kg^{-1}) na biomassa acima do solo das duas fases sucessionais. Santa Tereza, RS. 2003.

Sub- sere	Fração	N	P	K	Ca	Mg	S	C _{org.}							
		g kg^{-1}													
	Folhas	31,8 *	1,7 a	A	18,4 a	A	25,7 c	A	3,8 b	A	2,7 a	A	430,1 a	A	
	Galhos v.	14,6 c	A	0,9 c	A	8,5 bc	A	22,1 c	A	1,6 c	A	0,9 bc	A	400,8 ab	A
	Galhos m.	10,5 cd	A	0,5 cd	A	3,6 c	A	26,4 c	A	1,7 c	A	0,6 bc	A	401,3 ab	A
	Madeira	5,9 d	A	0,4 d	A	4,6 c	A	7,0 d	A	0,9 c	A	0,5 c	A	412,2 ab	A
	Casca	16,5 c	A	0,7 cd	A	7,1 bc	A	38,8 a	A	1,5 c	A	1,0 bc	A	393,4 b	A
	Mad/galho	14,3 c	A	1,0 bc	A	7,0 bc	A	25,5 c	A	1,5 c	A	1,1 bc	A	414,7 ab	A
	Folhas arbu.	28,3 ab	A	1,5 a	A	22,5 a	A	32,0 b	A	5,0 a	A	1,4 b	A	405,8 ab	A
	Herbáceo	24,4 b	A	1,3 ab	A	21,9 a	A	25,1 c	A	3,4 b	A	1,0 bc	A	399,8 ab	A
	Lianas	13,8 c	A	0,9 c	A	12,3 b	A	24,6 c	A	1,4 c	A	1,0 bc	A	413,2 ab	A
	MÉDIA	17,8	A	1,0	A	11,8	A	25,2	A	2,3	A	1,1	A	407,9	A
	Folhas	31,1 a	A	1,5 a	A	17,3 abc	A	18,9 cd	A	4,4 a	A	1,9 a	A	446,4 a	A
	Galhos v.	14,9 bc	A	1,0 ab	A	9,5 cd	A	24,1 abc	A	1,9 b	A	1,0 bcd	A	392,9 b	A
	Galhos m.	9,4 cd	A	0,6 b	A	4,4 d	A	19,5 bcd	A	2,0 b	A	0,8 bcd	A	412,2 ab	A
	Madeira	4,4 d	A	0,3 b	A	3,2 d	A	8,7 e	A	1,7 b	A	0,5 d	A	428,0 ab	A
	Casca	17,3 b	A	0,6 b	A	7,8 cd	A	28,5 a	B	1,5 b	A	1,4 ab	A	392,9 b	A
	Mad/galho	7,3 d	A	0,4 b	A	5,5 d	A	12,8 de	B	0,9 b	A	0,4 d	A	413,2 ab	A
	Folhas arbu.	27,7 a	A	1,6 a	A	21,1 ab	A	27,5 ab	A	5,4 a	A	1,3 b	A	424,6 ab	A
	Herbáceo	25,5 a	A	1,6 a	A	26,6 a	A	21,9 abc	A	4,9 a	A	1,2 bc	A	403,3 b	A
	Lianas	15,3 bc	A	0,9 ab	A	14,8 bcd	A	17,1 cd	A	2,1 b	A	0,6 cd	A	428,6 ab	A
	MÉDIA	17,0	A	0,9	A	12,2	A	19,9	A	2,8	A	1,0	A	415,8	A

* médias de três repetições, seguidas pela mesma letra minúscula, na vertical, para cada *subserie*, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade de erro.

** Compara, na vertical, as médias da mesma fração, entre as duas *subseries*, através do Teste t, com 5% de probabilidade de erro.

Para a *subser* floresta secundária, os maiores teores de K tenderam para o estrato herbáceo, que não diferiu sua concentração em relação à fração folhas do estrato arbustivo e do arbóreo. Os menores teores ocorreram na madeira, galhos mortos e madeira/galhos do estrato arbustivo. Teores intermediários ocorreram nas frações galhos vivos, cascas e lianas.

O intervalo de necessidades de K por parte das plantas situa-se entre 5 – 20 g kg⁻¹ (Larcher, 2000), contemplando a maioria dos teores encontrados para este nutriente nas frações da biomassa das duas *subseres*. Teores inferiores ao intervalo ocorreram nas frações galhos mortos e madeira, e superiores, nas folhas do estrato arbustivo e no herbáceo.

Novamente, as frações foliares foram as responsáveis pelos maiores teores deste nutriente. Segundo Malavolta (1985), o K, como elemento de alta mobilidade, é redistribuído das folhas mais velhas para as mais novas em caso de carência. Os maiores teores nas frações foliares se explicam em função de sua atividade na regulação da abertura e fechamento dos estômatos, sendo muito importante para a fotossíntese, e também pela sua participação na síntese de alguns compostos como os carboidratos.

O cálcio, no capoeirão, apresentou teores expressivamente superiores na casca. À madeira, coube novamente o menor teor. Teores intermediários ocorreram nas demais frações.

Na floresta secundária, a fração casca novamente apresentou o maior teor de Ca, junto com as folhas do estrato arbustivo, de forma mais equilibrada, não diferindo em relação a galhos vivos e ao estrato herbáceo. Já a madeira foi a que apresentou o menor teor. Teores intermediários ficaram por conta das frações folhas, galhos mortos, lianas e madeira/galhos do estrato arbustivo.

O Ca é um elemento considerado imóvel no floema (Malavolta, 1985). Conseqüentemente, em caso de deficiência, os sintomas são primeiramente sentidos nas folhas mais jovens e gemas apicais. A sua imobilidade no floema das plantas pode explicar a sua concentração elevada na fração casca, assim como o fato de o elemento ser componente estrutural, fazendo parte da lamela média da membrana celular.

De acordo com Larcher (2000), o teor necessário para o bom desenvolvimento das plantas situa-se entre 3 e 15 g kg⁻¹. Os dados da Tabela 12 demonstram altos teores de Ca para todas as frações menos para a fração madeira (duas *subseres*) e para a madeira/galhos do estrato arbustivo (floresta secundária).

Os dados refletem uma boa condição de absorção de Ca do solo, o que apresenta altos teores do nutriente, os quais estão disponíveis para absorção em boa parte, uma vez que os níveis de pH podem ser considerados adequados ou próximos a isso (ver Tabela 23).

Na fase sucessional de capoeirão, o magnésio apresentou as maiores concentrações nas frações folhas do estrato arbustivo, seguido das folhas do estrato arbóreo e do herbáceo. Os menores teores ocorreram na madeira, a qual não diferiu seu teor da casca, madeira/galhos do estrato arbustivo, das lianas, galhos vivos e mortos.

Em relação à floresta secundária, os teores de Mg apresentam-se nitidamente separados em dois grupos, com os maiores teores ocorrendo nas frações ditas foliares (folhas do estrato arbóreo e arbustivo mais o herbáceo) contra os menores teores, nas demais seis frações.

Os maiores teores de Mg nas frações foliares explicam-se na medida em que o mesmo é um dos principais componentes da clorofila, com

participação ativa na fotossíntese, além de ser ativador de inúmeras enzimas e aminoácidos.

Pelos dados expostos em Larcher (2000), as necessidades vegetais, quanto ao Mg, situam-se entre 1,0 e 3,0 g kg⁻¹. Com exceção das frações madeira no capoeirão e madeira/galhos do estrato arbustivo na floresta secundária, que demonstram teores levemente abaixo deste intervalo, as demais frações apresentam teores dentro ou acima do mesmo.

O enxofre apresentou comportamento peculiar na biomassa do capoeirão, com teor superior nas folhas. Na madeira, foi constatado o menor teor. Teores intermediários ocorreram nas demais frações.

Na floresta secundária, o S também apresentou seu maior teor nas folhas, não diferindo da casca. Os menores teores ocorreram na madeira e na madeira/galhos do estrato arbustivo, os quais não diferiram estatisticamente dos galhos vivos, galhos mortos e das lianas. Teores intermediários foram observados nas frações folhas do estrato arbustivo e no herbáceo.

Apenas a fração folhas do capoeirão apresentou teor dentro do intervalo para necessidades de S das plantas, exposto por Larcher (2000), o qual é de 2,0 a 3,0 g kg⁻¹. As demais frações estão com teores abaixo do relatado pelo autor.

Os compostos de que o S faz parte na planta vão desde aminoácidos até proteínas, além de ser ativador enzimático e participar, na fotossíntese, da síntese da clorofila, da absorção de CO₂, sendo essencial também na fixação de N₂ pelas leguminosas noduladas (Malavolta, 1985). Com base nisso, são compreensíveis os maiores teores de S nas frações foliares, principalmente nas folhas do estrato arbóreo.

Praticamente não houve diferença significativa quanto aos teores de carbono orgânico entre as frações, para as duas fases sucessionais. No capoeirão, a fração folhas do estrato arbóreo apresentou o maior teor, e a casca, o menor. As demais frações demonstraram teores estatisticamente iguais a estas duas. Na floresta secundária o comportamento dos teores de carbono foi semelhante, com o maior teor nas folhas e os menores nos galhos vivos, nas cascas e no estrato herbáceo. Teores intermediários e estatisticamente iguais ao maior e menor valor ocorrem nas demais frações.

Comparando-se os teores de nutrientes, na mesma fração, entre as duas fases sucessionais, percebem-se poucas diferenças. Apenas o teor de Ca nas frações casca e madeira/galhos do estrato arbustivo foi significativamente superior no capoeirão em relação à floresta secundária.

Os teores médios de macronutrientes na biomassa acima do solo não diferiram significativamente entre as duas fases sucessionais, refletindo um comportamento muito semelhante das duas no acúmulo de macronutrientes na sua biomassa acima do solo. Acredita-se que isso reflete a estabilidade que também existe em relação aos nutrientes do solo, nas duas áreas, principalmente em relação à primeira camada (0-10 cm), na qual se situam a maioria das raízes finas absorventes.

Os teores de micronutrientes são observados na Tabela 14. O boro, no capoeirão, apresentou os maiores teores nas folhas. Os menores teores ocorreram na madeira, galhos mortos e madeira/galhos do arbustivo. Teores intermediários ocorreram nas folhas do estrato arbustivo, na casca, no estrato herbáceo, lianas e galhos vivos.

Para a floresta secundária, os maiores teores de boro ocorreram na fração folhas do estrato arbustivo, que não diferiu das folhas do arbóreo e

do estrato herbáceo. Os menores teores ocorreram na madeira, que não se diferenciaram dos galhos mortos, da madeira/galhos do estrato arbustivo e das lianas. Os teores intermediários ocorreram nos galhos vivos e casca.

O B tem uma atuação semelhante à do Ca no tecido vegetal. É imóvel no floema para a maioria das espécies vegetais, sendo também um componente estrutural, que atua na formação da parede celular, para a divisão e o aumento no tamanho das células, para o funcionamento da membrana citoplasmática, além de auxiliar no transporte de carboidratos das folhas para outros órgãos da planta (Malavolta, 1985). De acordo com este autor, as maiores deficiências de B ocorrem em solos arenosos e pobres em matéria orgânica, uma vez que o principal meio de liberação de B para as plantas ocorre através da mineralização da matéria orgânica.