

HENRIQUE SOARES KOEHLER

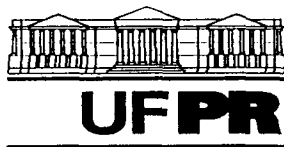
SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA PARA FLORESTAS NATURAIS

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Área de Concentração em Manejo Florestal, do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciências Florestais.

Orientador: Prof. Dr. Flávio Felipe Kirchner

CURITIBA

2002



Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências Agrárias – Centro de Ciências Florestais e da Madeira
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal
Av. Lothário Meissner, 3400 - Jardim Botânico – CAMPUS III
80210-170 - CURITIBA - Paraná
Tel. (41) 360.4212 - Fax. (41) 360.4211 - <http://www.floresta.ufpr.br/pos-graduacao>
e-mail: pinheiro@floresta.ufpr.br

PARECER

Defesa nº 481

A banca examinadora, instituída pelo colegiado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, após arguir o doutorando HENRIQUE SOARES KOEHLER em relação ao seu trabalho de tese intitulado "SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA PARA FLORESTAS NATURAIS", é de parecer favorável à **APROVAÇÃO** do acadêmico, habilitando-o ao título de *Doutor em Ciências Florestais*, na área de concentração em *Manejo Florestal*.

Dr. Flávio Felipe Kirchner

Professor e pesquisador do Departamento de Ciências Florestais da UFPR
Orientador e presidente da banca examinadora

Dr. Enio Glotto

Professor e pesquisador da Universidade Federal de Santa Maria
Primeiro examinador

Dr. Nelson Yoshihiro Nakajima

Professor e pesquisador da Fundação Universidade Regional de Blumenau
Segundo examinador

Dr. Sylvio Felício Netto

Professor e pesquisador do Departamento de Ciências Florestais da UFPR
Terceiro examinador

Dr. Carlos Roberto Sanquetta

Professor e pesquisador do Departamento de Ciências Florestais
Quarto examinador

Curitiba, 29 de julho de 2002.

Nivaldo Eduardo Rizzi

Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal

Franklin Galvão

Vice-coordenador

A Ana “Bambina” Eliete, parceira amiga e
companheira, tu que já viajaste tantas
comigo e ainda há tantas a viajar,

DEDICO.

BIOGRAFIA

HENRIQUE SOARES KOEHLER, filho de Roaldo Amundsen Koehler e Lea de Castro Soares Koehler, nasceu em Curitiba, Estado do Paraná, aos 6 de fevereiro de 1953. É casado com Ana Eliete Becker Macarini Koehler e pai de Barbara, Mariana, Pedro Henrique, Lígia e Maria Vitória.

Cursou o primeiro e segundo graus no Colégio Santa Maria, Curitiba e em 1975 recebeu o grau de Engenheiro Florestal, conferido pela Universidade Federal do Paraná.

Ingressou como docente na mesma universidade em 1976, atuando desde então como professor de Biometria Florestal, Experimentação Agrícola e Florestal e Estatística Experimental junto a cursos de graduação e pós-graduação.

Obteve o grau de Mestre em Ciências Florestais pela Michigan State University, EUA em 1979. Em março de 1996 ingressou no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, Área de Concentração em Manejo Florestal, que encerra com a defesa do presente trabalho.

AGRADECIMENTOS

Tenho o privilégio e a honra de agradecer, assumindo antecipadamente as omissões que o destino sempre impõe:

Ao amigo, colega, companheiro, professor e orientador Dr. Flávio Felipe Kirchner que, por tudo o que é como pessoa, tornou possível a realização desse trabalho;

Ao ex-aluno, amigo, professor e co-orientador Dr. Carlos Roberto Sanquetta, mentor da idéia desse sistema e com quem tive o prazer de compartilhar e trabalhar;

Ao Dr. Edilson Batista de Oliveira, que tive a satisfação de conhecer ao longo da execução desse trabalho, pelo carinho e tempo despendido na co-orientação;

Ao mestre Dr. Sylvio Péllico Netto, que o destino impediu de ser meu orientador, pela confiança depositada ao viabilizar minha participação no curso;

Ao Dr. Enio Giotto, colega de turma no passado e examinador no presente, pela presteza em atender ao convite de participar da banca examinadora e pelo tempo despendido para tanto;

Aos professores Dr. Edson Aparecido Mitishita e Dr. Nelson Nakajima pelo caloroso e sincero aceite em participar da banca examinadora;

Ao amigo, colega professor Dr. Julio Eduardo Arce pela ajuda e troca de conhecimentos dados na elaboração desse sistema e pela participação na banca examinadora;

Ao amigo, maior incentivador, colega professor e revisor rigoroso Dr. Pedro Ronzelli Júnior, por todas as contribuições para que esse trabalho fosse concluído;

A querida aluna Karla Weber, pessoa especial, sem cuja ajuda este sistema teria sido apenas uma boa idéia;

Ao amigo novo, companheiro de cela e de sala, professor Luciano Farinha Watzlawick, que sempre soube aceitar e respeitar os resmungos e compartilhar as alegrias que ocorreram ao longo da elaboração desse trabalho;

Aos meus filhos pela paciência e tolerância demonstradas quando da minha ausência no compartilhar do dia a dia, durante a execução desse trabalho;

A minha querida esposa Ana Eliete por todo o apoio, suporte, orgulho, alegria, emoção e amor que ofereceu durante todo o tempo, sem os quais não teria tido forças e vontade de chegar ao final; e

A DEUS por ter proporcionado o tempo de vida para que este trabalho, obra SUA com certeza, pudesse ser realizado.

SUMÁRIO

	LISTA DE QUADROS	viii
	LISTA DE FIGURAS	ix
	LISTA DE ANEXOS	xv
	RESUMO	xviii
	ABSTRACT	xix
1	INTRODUÇÃO	1
1.1	OBJETIVOS	3
2	REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1	BANCO DE DADOS RELACIONAL NORMALIZADO	4
2.2	MODELOS DE CRESCIMENTO	7
2.3	COMPONENTES DO MODELO PARA CLASSES DE POVOAMENTOS	10
2.3.1	Ingresso ou recrutamento	10
2.3.2	Crescimento	17
2.3.3	Mortalidade	25
2.4	ESTOQUE DE CARBONO	31
2.5	AGRUPAMENTO DE ESPÉCIES	34
3	METODOLOGIA	36
3.1	BASE DE DADOS	36
3.2	LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO UTILIZADA	39
3.3	BANCO DE DADOS RELACIONAL NORMALIZADO	39
3.4	ORGANIZAÇÃO DAS TABELAS DE DADOS	47
3.5	DESENVOLVIMENTO DO MODELO DE CRESCIMENTO PARA CLASSES DE POVOAMENTOS	48
3.5.1	Análise da estrutura do povoamento	49
3.5.2	Agrupamento das espécies	52
3.5.3	Cálculo do ingresso	55
3.5.4	Cálculo das matrizes de crescimento	55
3.5.5	Funções de mortalidade	57
3.5.6	Prognoses realizadas	58
3.5.7	Validação do sistema	59
4	RESULTADOS	60
4.1	OBTENÇÃO DAS ESTIMATIVAS	60
4.2	PROCEDIMENTOS PADRÃO	62

4.3	BANCO DE DADOS	64
4.4	TABELA DE ESPÉCIES	68
4.5	TABELA DE PARCELAS	74
4.6	TABELA DE ÁRVORES	79
4.7	ESTATÍSTICAS POR PARCELA	89
4.8	ÍNDICES FITOSSOCIOLÓGICOS	93
4.9	DINÂMICA	94
4.10	GRÁFICOS	99
4.11	AGRUPAMENTOS	103
4.12	PROGNOSE	107
4.13	VALIDAÇÃO DO SISTEMA	115
5	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	118
	REFERÊNCIAS	124
	ANEXOS	132

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1	Atributos componentes da tabela de espécies contendo o nome do campo, tipo, tamanho, uso e atributo a ser utilizado como índice primário, Curitiba, PR, 2002.....	41
QUADRO 2	Atributos componentes da tabela de famílias contendo o nome do campo, tipo, tamanho, uso e atributo a ser utilizado como índice primário, Curitiba, PR, 2002.....	41
QUADRO 3	Atributos componentes da tabela de grupos ecológicos contendo o nome do campo, tipo, tamanho, uso e atributo a ser utilizado como índice primário, Curitiba, PR, 2002	41
QUADRO 4	Atributos componentes da tabela de parcelas contendo o nome do campo, tipo, tamanho, uso e atributo a ser utilizado como índice primário, Curitiba, PR, 2002.....	41
QUADRO 5	Atributos componentes da tabela de coordenadas referenciais contendo o nome do campo, tipo, tamanho, uso e atributo a ser utilizado como índice primário, Curitiba, PR, 2002	42
QUADRO 6	Atributos componentes da tabela de árvores contendo o nome do campo, tipo, tamanho, uso e atributo a ser utilizado como índice primário, Curitiba, PR, 2002.....	42
QUADRO 7	Atributos componentes da tabela de localização das árvores na parcela contendo o nome do campo, tipo, tamanho, uso e atributo a ser utilizado como índice primário, Curitiba, PR, 2002.....	43
QUADRO 8	Atributos componentes da tabela de condição da árvore contendo o nome do campo, tipo, tamanho, uso e atributo a ser utilizado como índice primário, Curitiba, PR, 2002	43
QUADRO 9	Lista de códigos e descrição da condição das árvores no momento da coleta de dados, Curitiba, PR, 2002.....	44
QUADRO 10	Resultados do teste de Qui-Quadrado (χ^2) para matrizes de transição de dois e três anos, para classes de diâmetros fixas e variáveis, para as quatro parcelas do projeto PELD, Curitiba, PR, 2002.....	116

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01	Componentes dos modelos de crescimento para classes de povoamentos e de árvores individuais, adaptado de VANCLAY (1994), Curitiba, PR, 2002	11
FIGURA 02	Localização da Estação Experimental de São João do Triunfo, Curitiba, PR, 2002	37
FIGURA 03	Localização das parcelas na área florestal da Estação Experimental de São do Triunfo, Curitiba, PR, 2002	38
FIGURA 04	Tabelas que compõem o banco de dados relacional para armazenamento dos dados provenientes de parcelas permanentes com as respectivas relações, Curitiba, PR, 2002.....	40
FIGURA 05	Transformação afim geral no plano, adaptado de ANDRADE (1998), Curitiba, PR, 2002	46
FIGURA 06	Fluxograma das etapas de implantação do modelo de crescimento, adaptado de ALDER (1995), Curitiba, PR, 2002.....	48
FIGURA 07	Fluxograma do procedimento de agrupamento das espécies, adaptado de WARD (1963), Curitiba, PR, 2002.....	54
FIGURA 08	Tela principal do sistema apresentando o menu e a barra menu na parte superior, a descrição das funções e a barra de tarefas na parte inferior, Curitiba, PR, 2002.....	61
FIGURA 09	Opções de ordem impressão oferecidas ao usuário para listagem de relatórios, Curitiba, PR, 2002.....	63
FIGURA 10	Opções de classes de diâmetro, fixas ou variáveis, oferecidas ao usuário, Curitiba, PR, 2002.....	63
FIGURA 11	Abertura de banco de dados existente, Curitiba, PR, 2002.....	65
FIGURA 12	Mensagem emitida quando da abertura do banco de dados a ser utilizado, Curitiba, PR, 2002	65
FIGURA 13	Mensagem acusando falta da tabela de espécies no banco de dados, Curitiba, PR, 2002	65
FIGURA 14	Mensagem acusando falta da tabela de parcelas no banco de dados, Curitiba, PR, 2002	66
FIGURA 15	Mensagem acusando falta da tabela de famílias no banco de dados, Curitiba, PR, 2002	66
FIGURA 16	Tela para a criação de banco de dados novo, Curitiba, PR, 2002.....	66

FIGURA 17	Mensagem emitida quando da criação de banco de dados novo, Curitiba, PR, 2002	67
FIGURA 18	Mensagem emitida quando o nome especificado para o banco de dados novo já existe, Curitiba, PR, 2002	67
FIGURA 19	Mensagem emitida quando da criação do banco de dados foi realizada com sucesso, Curitiba, PR, 2002.....	67
FIGURA 20	Tela de edição da tabela de espécies, mostrando na parte inferior as funções comuns às telas de edição, Curitiba, PR, 2002	69
FIGURA 21	Mensagem emitida quando se apaga um registro, Curitiba, PR, 2002.....	69
FIGURA 22	Tela mostrando detalhes morfológicos da espécie cadastrada, Curitiba, PR, 2002	70
FIGURA 23	Tela de edição da tabela de espécies sob a condição de introdução de registro novo ou edição de registro existente, Curitiba, PR, 2002	71
FIGURA 24	Tela para procura de espécie por nome comum ou nome científico, Curitiba, PR, 2002	72
FIGURA 25	Mensagem emitida quando a espécie procurada não é encontrada, Curitiba, PR, 2002	72
FIGURA 26	Mensagem emitida indicando que já existe na tabela de espécies uma com o nome comum digitado, Curitiba, PR, 2002	72
FIGURA 27	Mensagem emitida indicando que já existe na tabela de espécies uma com o nome científico digitado, Curitiba, 2002.....	73
FIGURA 28	Tela de edição da tabela de espécies mostrando a lista de famílias, Curitiba, PR, 2002	73
FIGURA 29	Tela apresentando parte da lista de espécies ordenadas por nome comum, gerada pelo sistema, Curitiba, PR, 2002	74
FIGURA 30	Tela inicial de edição da tabela de parcelas, Curitiba, PR, 2002.....	75
FIGURA 31	Tela que acrescenta novo registro a tabela de parcelas, Curitiba, PR, 2002	76
FIGURA 32	Tela de mensagem indicando que já existe o número da amostra digitado, Curitiba, PR, 2002	76
FIGURA 33	Tela de edição da tabela de parcelas, Curitiba, PR, 2002.....	77
FIGURA 34	Tela de busca de parcela existente, Curitiba, PR, 2002.....	77
FIGURA 35	Mensagem emitida quando a parcela não é encontrada, Curitiba, PR, 2002	78

FIGURA 36	Mensagem emitida quando o número da parcela ou o número da amostra não são digitados, Curitiba, PR, 2002	78
FIGURA 37	Mensagem emitida quando a área da amostra não foi digitada, Curitiba, PR, 2002	78
FIGURA 38	Mensagem solicitando a data de instalação da parcela, Curitiba, PR, 2002	79
FIGURA 39	Mensagem solicitando digitação correta da data de instalação da parcela, Curitiba, PR, 2002	79
FIGURA 40	Tela de edição inicial da tabela de árvores por parcela, mostrando na parte superior as opções do sub menu, Curitiba, PR, 2002	80
FIGURA 41	Tela de abertura para edição da tabela de árvores por parcela, Curitiba, PR, 2002	81
FIGURA 42	Tela inicial de edição da tabela de árvores por parcela, Curitiba, PR, 2002	81
FIGURA 43	Tela de inclusão de novo registro na tabela de árvores por parcela, Curitiba, PR, 2002	82
FIGURA 44	Mensagem indicando a falta da data de medição da árvore, Curitiba, PR, 2002	83
FIGURA 45	Mensagem indicando data de medição da árvore inválida, Curitiba, PR, 2002	83
FIGURA 46	Mensagem indicando que a data de medição é menor que a de instalação da parcela, Curitiba, PR, 2002	83
FIGURA 47	Mensagem indicando ausência de número no campo "Número da árvore", Curitiba, PR, 2002	84
FIGURA 48	Mensagem indicando que o número da árvore digitado já existe na amostra, Curitiba, PR, 2002.....	84
FIGURA 49	Mensagem indicando a falta do código da espécie, Curitiba, PR, 2002...	84
FIGURA 50	Mensagem indicando que o código da espécie digitado não está cadastrado na tabela de espécies, Curitiba, PR, 20002.....	84
FIGURA 51	Mensagem indicando que o valor da circunferência à altura do peito (CAP) está ausente ou é menor que o valor mínimo exigido, Curitiba, PR, 2002	85
FIGURA 52	Mensagem indicando que o número da amostra não está cadastrado na tabela de parcelas, Curitiba, PR,2002.....	85
FIGURA 53	Mensagem indicando que a altura total é menor que a altura comercial, Curitiba, PR, 2002	86

FIGURA 54	Mensagem confirmando a eliminação de um registro, Curitiba, PR, 2002	86
FIGURA 55	Tela de edição de um registro da tabela de árvores por amostra, Curitiba, PR, 2002	87
FIGURA 56	Tela para busca de árvores na tabela de árvores por amostra, Curitiba, PR, 2002	87
FIGURA 57	Mensagem indicando a falta de preenchimento de um dos campos da tela, Curitiba, PR, 2002.....	88
FIGURA 58	Mensagem informando que a árvore não foi encontrada, Curitiba, PR, 2002	88
FIGURA 59	Tela mostrando a listagem de árvores por amostra gerada, Curitiba, PR, 2002	89
FIGURA 60	Tela para abertura das tabelas para os cálculos das estatísticas e dos índices fitossociológicos por parcela, Curitiba, PR, 2002	90
FIGURA 61	Tela mostrando o relatório de estatísticas para as quatro parcelas do projeto PELD, na medição referente ao período de 1995 a 2001, para classes de diâmetro fixas, ordenado por nome comum, Curitiba, PR, 2002	91
FIGURA 62	Tela mostrando o relatório de estatísticas para as quatro parcelas do projeto PELD, na medição referente ao período de 1995 a 2001, para classes de diâmetro variáveis, ordenado por nome comum, Curitiba, PR, 2002	92
FIGURA 63	Número de árvores para dez e treze classes de diâmetros variáveis, Curitiba, PR, 2002	93
FIGURA 64	Tela apresentando os índices fitossociológicos para as quatro parcelas do projeto PELD, na medição referente ao período de 1995 a 2001, ordenados por nome científico, Curitiba, PR, 2002	94
FIGURA 65	Tela mostrando o sub menu da opção “Dinâmica”, Curitiba, PR, 2002	95
FIGURA 66	Tela de abertura das tabelas para cálculo da dinâmica, Curitiba, PR, 2002	96
FIGURA 67	Tela perguntando se o usuário deseja selecionar as espécies para o cálculo das estatísticas da dinâmica, Curitiba, PR, 2002	96
FIGURA 68	Tela para a escolha das espécies a serem consideradas no cálculo das estatísticas da dinâmica da floresta, Curitiba, PR, 2002	97
FIGURA 69	Mensagem informando o usuário que o número de pontos é insuficiente para o ajuste da equação de mortalidade, Curitiba, PR, 2002	98

FIGURA 70	Tela mostrando o relatório de estatísticas da dinâmica da floresta, para as quatro parcelas do projeto PELD, no período de 1995 a 2001, para classes de diâmetros fixas, ordenado por nome comum, Curitiba, PR, 2002	99
FIGURA 71	Tela mostrando o submenu opção “Gráfico”, onde somente a opção para elaboração dos gráficos está habilitada, Curitiba, PR, 2002	100
FIGURA 72	Gráfico do número de árvores, para as quatro parcelas do projeto PELD, para classes de diâmetros fixas, na medição referente ao ano de 2001, Curitiba, PR, 2002.....	101
FIGURA 73	Gráfico do número de árvores, para as quatro parcelas do projeto PELD, para classes de diâmetros variáveis, na medição referente ao ano de 2001, Curitiba, PR, 2002.....	101
FIGURA 74	Gráfico apresentando a relação Espécies / Área, para a parcela número dois medida em 2001, Curitiba, PR, 2002.....	102
FIGURA 75	Resultados do ajuste da equação de regressão para estimar a mortalidade para classes de diâmetros fixas, considerando as estatísticas da dinâmica do período de 1995 a 2001, para as quatro parcelas do projeto PELD, Curitiba, PR, 2002	102
FIGURA 76	Resultados do ajuste da equação de regressão para estimar a mortalidade para classes de diâmetros variáveis, considerando as estatísticas da dinâmica do período de 1995 a 2001, para as quatro parcelas do projeto PELD, Curitiba, PR, 2002	103
FIGURA 77	Tela principal mostrando o sub menu da opção “Agrupamento”, Curitiba, PR, 2002	104
FIGURA 78	Mensagem solicitando do usuário se deseja normalização das variáveis, Curitiba, PR, 2002	104
FIGURA 79	Tela mostrando o resultado do agrupamento das espécies presentes nas quatro parcelas do projeto PELD com base nas estatísticas das parcelas e da dinâmica, para as variáveis normalizadas, no período de 1995 a 2001, Curitiba, PR, 2002.....	105
FIGURA 80	Gráfico do erro potencial no agrupamento das espécies presentes nas quatro parcelas do projeto PELD, no período de 1995 a 2001, para as variáveis normalizadas, Curitiba, PR, 2002.....	106
FIGURA 81	Gráfico do erro potencial no agrupamento das espécies presentes nas quatro parcelas do projeto PELD, no período de 1995 a 2001, para as variáveis originais, Curitiba, PR, 2002	106
FIGURA 82	Tela principal do sistema mostrando o sub menu da opção “Prognose”, Curitiba, PR, 2002	108

FIGURA 83	Tela mostrando os resultados obtidos para a matriz de progressão para classes de diâmetros fixas, para as quatro parcelas do projeto PELD, no período de 1995 a 2001, Curitiba, PR, 2002.....	109
FIGURA 84	Tela mostrando os resultados obtidos para a matriz de probabilidades para classes de diâmetros fixas, para as quatro parcelas do projeto PELD, no período de 1995 a 2001, Curitiba, PR, 2002.....	110
FIGURA 85	Tela de opções para a realização das projeções, Curitiba, PR, 2002	110
FIGURA 86	Tela de dados para a projeção com o campo para a entrada do valor total arbitrário de ingresso, Curitiba, PR, 2002.....	111
FIGURA 87	Tela de dados para a projeção com o campo para a entrada do valor total arbitrário de mortalidade, Curitiba, PR, 2002.....	111
FIGURA 88	Tela mostrando os resultados das projeções obtidas com base na matriz de transição obtida nas quatro parcelas do projeto PELD, para classes de diâmetros fixas, no período de 1995 a 2001, Curitiba, PR, 2002	112
FIGURA 89	Exemplo de gráfico gerado pelo sistema para o volume de fuste em m ³ , nas quatro parcelas do projeto PELD, para classes de diâmetros fixas, no período de 1995 a 2001, Curitiba, PR, 2002	113
FIGURA 90	Exemplo de gráfico gerado pelo sistema para o peso de biomassa verde do fuste em t, nas quatro parcelas do projeto PELD, para classes de diâmetros variáveis, no período de 1995 a 2001, Curitiba, PR, 2002..	113
FIGURA 91	Exemplo de gráfico gerado pelo sistema para o estoque de carbono no fuste em t, nas quatro parcelas do projeto PELD, para classes de diâmetros variáveis, no período de 1995 a 2001, Curitiba, PR, 2002.....	114
FIGURA 92	Exemplo de gráfico gerado pelo sistema para o estoque de carbono no fuste em t, nas quatro parcelas do projeto PELD, no período de 1995 a 2001, ao final de 60 anos de projeção, Curitiba, PR, 2002	114
FIGURA 93	Tela principal mostrando as condições de ingresso e mortalidade usadas para os cálculos da prognose.....	115
FIGURA 94	Croqui da parcela número dois do projeto PELD, medida em 2001, feita pelo Sistema de Informações Geográficas "ArcView", mostrando a localização das árvores, classificadas por classe de diâmetro, Curitiba, PR, 2002	121

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1	Lista das espécies presentes nas quatro parcelas do projeto PELD na medição referente ao ano de 2001, Curitiba, PR, 2002	133
ANEXO 2	Listagem parcial dos dados referentes à amostra número um da parcela número dois, do projeto PELD, na medição referente ao ano de 2001, Curitiba, PR, 2002.....	136
ANEXO 3	Resultados das estatísticas, para as quatro parcelas do projeto PELD, na medição referente ao ano de 2001, por espécie em ordem de nome comum, para classes de diâmetros fixas, Curitiba, PR, 2002	137
ANEXO 4	Resultados das estatísticas para as quatro parcelas do projeto PELD, na medição referente ao ano de 2001, por espécie em ordem de nome comum, para classes de diâmetros variáveis, Curitiba, PR, 2002.....	147
ANEXO 5	Resultados das estimativas dos índices fitossociológicos, para as quatro parcelas do projeto PELD, referentes à medição do ano 2001, por espécie em ordem de nome científico, Curitiba, PR, 2001	157
ANEXO 6	Resultados das estatísticas da dinâmica, para as quatro parcelas do projeto PELD, nas medições do período de 1995 a 2001, para as cinco espécies mais importantes, em ordem de nome comum, para classes de diâmetros fixas, Curitiba, PR, 2002.....	162
ANEXO 7	Resultados das estatísticas da dinâmica, para as quatro parcelas do projeto PELD, nas medições do período de 1995 a 2001, para as cinco espécies mais importantes, em ordem de nome comum, para classes de diâmetros variáveis, Curitiba, PR, 2002	163
ANEXO 8.1	Gráfico do número de árvores para as quatro parcelas do projeto PELD, nas medições referentes ao período de 1995 a 2001, para classes de diâmetros fixas e variáveis, Curitiba, PR, 2001	164
ANEXO 8.2	Gráfico da área basal para as quatro parcelas do projeto PELD, nas medições referentes ao período de 1995 a 2001, para classes de diâmetros fixas e variáveis, Curitiba, PR, 2001	165
ANEXO 8.3	Gráfico do incremento periódico anual médio em diâmetro, para as quatro parcelas do projeto PELD, nas medições referentes ao período de 1995 a 2001, para classes de diâmetros fixas e variáveis, Curitiba, PR, 2001	166
ANEXO 8.4	Gráfico do incremento periódico anual médio em área basal, para as quatro parcelas do projeto PELD, nas medições referentes ao período de 1995 a 2001, para classes de diâmetros fixas e variáveis, Curitiba, PR, 2001	167
ANEXO 8.5	Gráfico do índice de competição "G", para as quatro parcelas do projeto PELD, nas medições referentes ao período de 1995 a 2001, para classes de diâmetros fixas e variáveis, Curitiba, PR, 2001	168

ANEXO 8.6	Gráfico da mortalidade, para as quatro parcelas do projeto PELD, nas medições referentes ao período de 1995 a 2001, para classes de diâmetros fixas e variáveis, Curitiba, PR, 2001	169
ANEXO 8.7	Gráfico da relação Número de Espécies / Área, para a parcela número dois do projeto PELD, na medição referente ao ano 2001, Curitiba, PR, 2001, Curitiba, PR, 2001.....	170
ANEXO 8.8	Resultados e gráficos do ajuste da equação de mortalidade, para as quatro parcelas do projeto PELD, nas medições referentes ao período de 1995 a 2001, para classes de diâmetros fixas e variáveis, Curitiba, PR, 2001	171
ANEXO 8.9	Gráficos do erro potencial de agrupamento de espécies, para as quatro parcelas do projeto PELD, na medição referente ao ano de 2001, para variáveis normalizadas e originais, Curitiba, PR, 2001	172
ANEXO 8.10	Gráficos do volume de fuste, para as quatro parcelas do projeto PELD, nas medições referentes ao período de 1995 a 2001, para classes de diâmetros fixas e variáveis, Curitiba, PR, 2001	173
ANEXO 8.11	Gráficos da biomassa verde de fuste, para as quatro parcelas do projeto PELD, nas medições referentes ao período de 1995 a 2001, para classes de diâmetros fixas e variáveis, Curitiba, PR, 2001	174
ANEXO 8.12	Gráficos do estoque de carbono no fuste, para as quatro parcelas do projeto PELD, nas medições referentes ao período de 1995 a 2001, para classes de diâmetros fixas e variáveis, Curitiba, PR, 2001	175
ANEXO 8.13	Gráfico do volume total de fuste em $m^3 ha^{-1}$, nas quatro parcelas do projeto PELD, no período de 1995 a 2001, ao final de 60 anos de projeção, Curitiba, PR.....	176
ANEXO 8.14	- Gráfico do peso de biomassa verde do fuste em $t ha^{-1}$, nas quatro parcelas do projeto PELD, no período de 1995 a 2001, ao final de 60 anos de projeção, Curitiba, PR	177
ANEXO 8.15	- Gráfico do estoque de carbono no fuste em $t ha^{-1}$, nas quatro parcelas do projeto PELD, no período de 1995 a 2001, ao final de 60 anos de projeção, Curitiba, PR.....	178
ANEXO 9	Resultados dos agrupamentos das espécies, para as quatro parcelas do projeto PELD, nas medições referentes ao período de 1995 a 2001, para variáveis normalizadas, Curitiba, PR, 2001	179
ANEXO 10	Resultados dos agrupamentos das espécies, para as quatro parcelas do projeto PELD, nas medições referentes ao período de 1995 a 2001, para variáveis originais, Curitiba, PR, 2001	182
ANEXO 11.1	Resultados da matriz de projeção, para as quatro parcelas do projeto PELD, nas medições referentes ao período de 1995 a 2001, para classes de diâmetros fixas, Curitiba, PR, 2001	185

ANEXO 11.2	Resultados da matriz de projeção, para as quatro parcelas do projeto PELD, nas medições referentes ao período de 1995 a 2001, para classes de diâmetros variáveis, Curitiba, PR, 2001	186
ANEXO 12.1	Resultados da matriz de probabilidades, para as quatro parcelas do projeto PELD, nas medições referentes ao período de 1995 a 2001, para classes de diâmetros fixas, Curitiba, PR, 2001	187
ANEXO 12.2	Resultados da matriz de probabilidades, para as quatro parcelas do projeto PELD, nas medições referentes ao período de 1995 a 2001, para classes de diâmetros variáveis, Curitiba, PR, 2001	188
ANEXO 13	Resultados das projeções, para as quatro parcelas do projeto PELD, nas medições referentes ao período de 1995 a 2001, para classes de diâmetros fixas, Curitiba, PR, 2001	189
ANEXO 14	Resultados das projeções, para as quatro parcelas do projeto PELD, nas medições referentes ao período de 1995 a 2001, para classes de diâmetros variáveis, Curitiba, PR, 2001	191

RESUMO

O Sistema Computacional para Dinâmica de Florestas Naturais (SCDFN) é a solução tecnológica desenvolvida para representar o sistema aberto floresta natural, modelando o crescimento pelo uso do método de matrizes de transição e permitindo acompanhar a dinâmica de florestas naturais, a partir de um banco de dados normalizado obtido por meio de inventário florestal contínuo de parcelas permanentes. O sistema desenvolvido é composto por oito funções que permitem: a) a operação do banco de dados para parcelas permanentes de inventários florestais abrangendo abertura, criação, edição do banco de dados e impressão de listagens de espécies e de árvores por parcela; b) obtenção de estatísticas para parcelas permanentes, discriminando por espécie e classes de diâmetros fixas e variáveis, o número de árvores, o DAP médio, o DAP mínimo, o DAP máximo e o desvio padrão do DAP; c) a análise da estrutura horizontal das parcelas, por meio do cálculo da densidade absoluta e relativa, frequência absoluta e relativa, dominância absoluta e relativa, índice de valor de importância, porcentagem de importância, índice de valor de cobertura e porcentagem de cobertura; d) obtenção das estatísticas da dinâmica de parcelas permanentes, discriminando por espécies e classes de diâmetros fixas ou variáveis, o número de árvores, o incremento médio anual em diâmetro e em área basal, o índice de competição G de Kohyama, o ingresso e a mortalidade; e) o agrupamento de espécies por critérios subjetivos ou pelo uso da análise de grupos hierárquicos; f) a prognose do número de árvores, do volume de fuste, do peso da biomassa do fuste e do estoque de carbono no fuste pelo uso de matrizes de transição; baseado nas estatísticas obtidas, com valores arbitrários, com valores estimados por meio de equações ajustadas ou combinação desses; g) obtenção de análise de sensibilidade e risco pela variação do ingresso e mortalidade; e h) obtenção de gráficos para as estatísticas e estimativas geradas. A base de dados e as equações usadas para obtenção das estimativas, utilizadas para desenvolvimento e teste do sistema foram originárias de quatro parcelas permanentes do Projeto Ecológico de Longa Duração (PELD) desenvolvido em área de Floresta Ombrófila Mista, situada na Estação Experimental da Universidade Federal do Paraná em de São João do Triunfo. A validação da prognose do número de árvores por parcelas feita pelo sistema, usando matrizes de transição para dois anos de medição (1995 e 1996) e para três anos de medição (1995 a 1997) foi feita pelo teste de Qui-Quadrado. Para as prognoses de classes de diâmetros fixas, com ambas as matrizes de transição, não foram detectadas diferenças significativas entre os valores estimados e observados. Para classes de diâmetros variáveis foi verificada diferença significativa somente para uma projeção quando foi utilizada a matriz de transição de dois anos, fato atribuído ao comportamento da mortalidade nas classes de diâmetros iniciais.

Palavras-chave: sistema computacional, banco de dados, estrutura, dinâmica, crescimento, índices fitossociológicos, análise de agrupamentos, prognose, matriz de transição, biomassa, armazenamento de carbono.

ABSTRACT

Natural Forest Dynamics Computational System (NFDCS) represents a technological solution developed to represent the open natural forest system, modeling growth by using the transition matrix method, allowing to follow up the dynamics of natural forests from a database for permanent forest inventory plots. The system is composed of eight procedures allowing to: a) operate the database for permanent forest inventory plots, covering opening, editing and printing species and trees listings per plot; b) calculate statistics from permanent plots, displaying and printing results by species, diameter class (fixed and variable) and reporting number of trees per plot, maximum DBH, average DBH, minimum DBH and DBH standard deviation on a plot basis; c) analyzing plot structure by calculating absolute and relative density, frequency and dominance, index of importance value, importance percentage, index of coverage value and percentage of coverage; d) calculate dynamics statistics from permanent plots, presenting results by species, diameter class (fixed and variable) and reporting number of trees per plot, annual average DBH increment, annual average basal area increment, Kohyama's competition index "B", ingrowth and mortality on a plot basis; e) clustering species based on maximum DBH and average increment of DBH for each species, using Ward's hierarchical clustering method or a subjective choice of species; f) calculate projection of number of trees, stem volume, stem fresh biomass weight and stem carbon storage by transition matrices based on calculated or estimated values for ingrowth, mortality and combination of both; g) sensibility and risk analysis by changing mortality and ingrowth; h) plotting of all statistics and projections made. Data used to develop and test the system came from four permanent plots of 100 x 100 m, of mixed araucaria-hardwoods forest, located at the Experimental Station of São João do Triunfo-PR, Brazil. The projections were validated by comparing the observed and projected number of trees, for two (1995-1996) and three (1995-1997) years transition matrices by use of the chi-square test. All projections but one, showed non-significant differences between observed and projected values for both fixed and variable diameter classes. The only significant difference was found for the two-year matrix of variable diameter classes, probably due to the mortality of the smallest diameter classes.

Key-words: natural forest database; forest structure; forest dynamics; tree growth; species clustering; projection; transition matrix; biomass; carbon storage.

1 INTRODUÇÃO

O século XX foi marcado por grande devastação das florestas naturais em todo o planeta. No Estado do Paraná, por exemplo, as florestas de *Araucaria angustifolia* (Bert) O.Ktze. ocupavam 37% da sua área total, restando atualmente somente 1,3% (SANQUETTA, 1996b). As florestas naturais sofreram sérias transformações e prejuízos neste período, sendo que a perda de informações valiosas sobre diversas espécies florestais é da maior importância. As informações hoje existentes a respeito dessas florestas são as oriundas dos inventários florestais feitos nas formações florestais remanescentes, que possibilitam apenas o conhecimento sobre a área de abrangência e o estoque volumétrico existente na época em que eles foram realizados.

Na medida em que aumentam as evidências científicas da relação entre as mudanças climáticas e as emissões antropogênicas de gases provocadores do efeito estufa, sendo o dióxido de carbono o mais importante, também aumenta o reconhecimento do papel das florestas como uma forma de eliminar este carbono. As florestas influem na concentração de carbono da atmosfera pela assimilação de CO₂ no processo de formação de biomassa e na sua emissão pelo processo de sua decomposição ou queima, sendo sua quantificação de fundamental importância.

Informações sobre ingresso, crescimento e mortalidade das espécies, composição, fitossociologia e dinâmica dos povoamentos florestais existentes ainda são insipientes e escassos em nosso país. SANQUETTA (1996b) alerta para a importância de estudos detalhados sobre a estrutura e a dinâmica de florestas naturais como forma de assegurar sua correta conservação e manejo. A quantificação da absorção e estocagem de carbono pelas florestas são temas que devem ser somados a estas preocupações.

Modelos de crescimento constituem-se em excelente ferramenta, que permite aos profissionais encarregados de manejar florestas investigarem, de forma rápida e eficiente, a resposta da floresta sob diferentes regimes de manejo. Os modelos permitem que se determine qual regime maximiza a produção volumétrica ou de outro determinado produto florestal, bem como os efeitos oriundos de limitações impostas em operações florestais.

VANCLAY (1983) definiu modelo de crescimento como sendo um sistema, normalmente de equações matemáticas, implementado em computador, que pode ser

utilizado para prever o comportamento, especialmente, da produção volumétrica de uma floresta. Esta definição foi refeita posteriormente como sendo um sistema de equações que pode prever crescimento e produção de uma floresta sobre uma grande variedade de condições. Com certeza poder-se-ia acrescentar que a quantificação da biomassa de florestas e o estoque armazenado de carbono seriam outras funções importantes dos modelos de crescimento como forma de auxiliar na solução dos efeitos nefastos das devastações e das emissões descontroladas de CO₂. Uma das características mais marcantes dos modelos de crescimento é sua habilidade de auxiliar na determinação acurada da produção florestal futura para grandes períodos de tempo, permitindo que se planeje as mais diferentes atividades florestais a longo prazo, visando múltiplos objetivos.

Segundo JEFFERS (1990), a longa história da modelagem e da simulação em ecologia e biomas florestais acompanha paralelamente o desenvolvimento dos computadores, partindo da interpretação gráfica das antigas tabelas de produção até os modelos interativos dos computadores pessoais ou de grande porte de hoje em dia.

As metodologias hoje disponíveis permitem que se modele o crescimento de florestas com precisão satisfatória. Os modelos de crescimento entretanto têm uso limitado, quando utilizados isoladamente e requerem dados auxiliares para fornecer informações úteis. Os dados podem ser oriundos de inventários florestais, ou de outras fontes, como parcelas permanentes. LEGENDRE e LEGENDRE (1983) afirmam que parcelas permanentes originam uma série ecológica que consiste de observações ordenadas no tempo, eventualmente no espaço, ou ambos, como é o caso de florestas e que cada uma dessas observações é a materialização da variável em estudo. Cada série de dados pode ser descrita e interpretada por meio de um modelo estocástico ou, em outras palavras, por uma expressão matemática que descreva o desenvolvimento da série.

A instalação de parcelas permanentes para coleta de dados de crescimento em florestas naturais iniciou-se somente em décadas recentes em nosso país. Diante disso, os dados disponíveis, que formam a base inicial para qualquer trabalho de modelagem de crescimento e produção, estão limitados aos recentes anos mensurados e ainda requerem procedimentos padrão para validação, armazenagem, análise e síntese, que permitam sua utilização na implementação de diferentes modelos de crescimento e produção.

Segundo VANCLAY (1994), os dados requeridos por um profissional de manejo florestal podem incluir informações desde o estado atual da floresta, até previsões da natureza e épocas de futuras colheitas. Essas informações podem ser compiladas de três fontes: (a) estimativas das áreas dos povoamentos florestais existentes; (b) inventário atual do povoamento e (c) modelos de crescimento e coleta de dados em inventários dinâmicos.

O ideal na construção de modelos de crescimento é que a modelagem, a definição e a coleta dos dados sejam processos interativos, iniciando-se sempre com a formulação do modelo. Dessa forma, o modelo dita que tipos de dados devem ser obtidos de maneira suficiente e eficiente. Entretanto, esse processo pode levar vários anos e, na prática a maior parte dos estudos de modelagem se inicia com os dados disponíveis, sendo que a abordagem utilizada na modelagem será freqüentemente ditada pelas limitações dos dados existentes.

O ciclo de vida dos dados engloba definição, coleta, validação, armazenamento, análise e síntese. Todas as etapas são igualmente importantes e um sistema eficiente requer balanço entre elas. O primeiro passo é definir o tipo de informação desejada de acordo com a definição do modelo proposto, de modo que os procedimentos de coleta dos dados satisfaçam todas as necessidades. Felizmente, os requisitos dos dados utilizados em diferentes abordagens de modelagem são similares e permitem que condições e procedimentos padrões mínimos sejam estabelecidos. Dentre os procedimentos padrões mínimos está a forma de se armazenar os dados coletados, de modo que permita sua utilização racional, quando da elaboração e implantação dos modelos de crescimento.

1.1 OBJETIVOS

O objetivo do presente trabalho foi elaborar um sistema computacional de dinâmica para florestas naturais que permitisse estudar o comportamento e as formas de manejar florestas naturais, contemplando os seguintes aspectos:

- a) criação de um gerenciador de banco de dados relacional normalizado para armazenamento e tratamento de dados oriundos de parcelas permanentes de florestas naturais; e
- b) implementação de um modelo de crescimento empírico, estático, determinístico, não espacial, por classes de diâmetro, utilizando o processo de matriz de transição.

2 REVISÃO DE LITERATURA

O conceito de sistema é fundamental para a análise e a elaboração de modelos. O estudo dos sistemas, naquilo que seja comum a todos eles independentemente de sua natureza física, é realizado sob o que BERTALANFFY (1975) chamou de teoria geral dos sistemas, cujo objeto é a formulação de princípios válidos para sistemas em geral, qualquer que seja a natureza dos elementos que os compõem e as suas relações ou forças existentes entre eles. O autor afirma que todo organismo vivo é essencialmente um sistema aberto, que mantém-se em um contínuo fluxo de entrada e de saída, conserva-se mediante a construção e a decomposição de componentes, nunca estando, enquanto vivo, em um estado de equilíbrio químico e termodinâmico, mas mantendo-se no chamado estado estacionário.

CAPRA (1982) define sistema como totalidades integradas, cujas propriedades não podem ser reduzidas à unidades menores. Em vez de se concentrar nos elementos ou substâncias básicas, uma abordagem sistêmica enfatiza princípios básicos de organização. Os sistemas vivos são organizados de tal modo que formam estruturas de múltiplos níveis, cada nível dividido em subsistemas, sendo cada um deles um todo em relação às suas partes e uma parte relativamente a todos maiores. A teoria geral dos sistemas considera o mundo em função da inter-relação e interdependência de todos os fenômenos, sendo que organismos vivos, sociedades e ecossistemas são exemplos de sistemas.

2.1 BANCO DE DADOS RELACIONAL NORMALIZADO

Segundo GOLDSTAIN (1985), antes do desenvolvimento dos conceitos de banco de dados, o processamento dos mesmos era mais centrado nas funções utilizadas, cabendo a eles apenas um papel periférico. Quando um sistema era projetado para desempenhar uma tarefa qualquer, as funções eram especificadas primeiro e os dados necessários delas derivados. Como resultado dessa abordagem, cada aplicativo possuía arquivos de entrada e saída próprios planejados para atingir seus objetivos. Dois fatos inevitáveis aconteceram com o crescimento da utilização dos sistemas de computação. Primeiro, alguns tipos de

dados eram relevantes a vários sistemas e, dessa forma, apareciam em diferentes arquivos associados a cada um deles. Segundo, como cada aplicativo era desenvolvido de modo independente, diferentes representações freqüentemente utilizavam os mesmos dados. A duplicação de dados acarretava em um aumento no espaço de armazenamento necessário e dificuldades imensas na manutenção da consistência entre todas as versões.

A abordagem utilizada pela chamada tecnologia de banco de dados é bastante simples, tendo como principal diferença em relação à anterior o fato de que os dados passam a ocupar o papel central e as funções um papel periférico. Com a existência de um conjunto centralizado de dados, as funções utilizam-se deles quando necessário, bem como nele armazenam as informações geradas. Devido a isso, só existe um conjunto de dados e não existe duplicação e inconsistência nos mesmos. Da mesma forma, existe somente uma representação dos dados e um mecanismo de manipulação, permitindo assim o estabelecimento das relações desejadas entre eles. Esse tipo de abordagem, além de centralizar a forma de armazenamento dos dados, exige que exista entre os dados e o usuário um programa especializado, chamado de sistema de gerenciamento de banco de dados (FLEMING e VonHALLE, 1988).

As vantagens da utilização da tecnologia de banco de dados podem ser resumidas no controle da consistência e duplicação dos dados, no compartilhamento dos dados entre diferentes aplicativos, no aumento da produtividade de programação e na confiabilidade dos aplicativos, no aumento da facilidade de obtenção dos dados desejados, na proteção contra a deteriorização dos dados por permitir sua independência e na economia de espaço de armazenamento (RIORDAN, 1999).

O acúmulo de experiência e conhecimento no campo da modelagem de dados propiciou o aparecimento de três tipos mais significantes de modelos de banco de dados: os hierárquicos, os de rede e os relacionais. Esses modelos não são equivalentes, pois cada um enfatiza determinados aspectos e capacidades em detrimento de outras características. Em geral, os pontos positivos e negativos de cada um refletem suas diferentes filosofias de concepção. Os bancos de dados hierárquicos e de rede usam blocos de armazenamento para representar entidades, com as relações representadas por elos explícitos entre os blocos, com ambos apresentando baixo nível de visão do conjunto e trabalhando com um registro de cada vez. Os modelos de banco de dados relacionais possuem uma única moldura, a relação, que é usada para representar as entidades e suas relações, com as operações relacionais básicas atuando em coleções inteiras de entidades ou relações, ao invés de trabalhar individualmente em cada registro. Esse tipo de banco de dados permite, no entanto, pouco controle do usuário sobre o modo como as filas são processadas. Os

bancos de dados relacionais baseiam-se em relações que são descritas por meio de tabelas bidimensionais. A tabela como um todo representa uma entidade ou tipo de relação. A coluna corresponde ao atributo e existe uma linha para cada ocorrência. Um ponto importante no qual a relação é diferente de uma tabela comum é que a relação não pode conter linhas duplicadas. Decorre então que existirá sempre pelo menos uma coleção de atributos que identificam de modo único cada grupo de ocorrência, sendo que estes atributos são candidatos em potencial para serem utilizados como chaves primárias de indexação. Variações na qualidade do desempenho dos diferentes modelos de bancos de dados foram observadas em todos eles desde há muito. Como os modelos hierárquicos e de rede não são solidamente ancorados na teoria matemática, não foi possível investigar os problemas de desempenho de forma sistemática e rigorosa como foi no modelo relacional, que possui forte base matemática. O processo de conversão de um banco de dados relacional arbitrário em um que evita determinadas anormalidades é chamado de normalização (FLEMING e VonHALLE, 1988).

CONNELL (1998) define normalização como o processo de organização dos dados em um banco de dados relacional. O processo de normalização inclui a criação das tabelas e o estabelecimento das relações entre elas usando regras elaboradas para proteger os dados e tornar o banco de dados mais flexível. SMITH e AMUNDSEN (1999) definem normalização como o processo de redefinir as estruturas de um banco de dados visando aumentar a velocidade de acesso aos dados e a integridade dos mesmos. O objetivo da normalização é produzir um banco de dados relacional que possa ser manipulado de modo eficiente por meio de um conjunto de operações simples e que evite ao mesmo tempo a ocorrência de inconsistências e anormalidades. A importância da normalização não reside na sua utilização incondicional, mas no seu uso, visando implementar ganhos explícitos de eficiência e integridade.

As regras de normalização, criadas por CODD (1970), são as seguintes: a) eliminar a repetição de grupos; b) eliminar a redundância de dados; c) eliminar colunas não dependentes da chave primária; d) não armazenar valores calculados nas tabelas; e (e) isolar múltiplas colunas relacionadas.

A escolha do tipo de banco de dados a ser utilizado pode ser feita, segundo McGEE (1976), por dois conjuntos de critérios. O primeiro conjunto trata do tipo de utilização a ser feita pelo modelo, enquanto o segundo trata dos aspectos de implementação e desempenho. O tipo de utilização é importante, quando o modelo deve ser aprendido, quando é usado para projetar um banco de dados para aplicações reais e quando seus produtos são usados em um programa que define e manipula estruturas de dados. O

segundo trata da facilidade de implementação do sistema de banco de dados que usa determinado modelo e do potencial de alcance de um desempenho aceitável.

O entendimento de sistemas computacionais complexos pode ser facilitado pelo uso de uma abstração que preserve as propriedades críticas do sistema e suprima muito dos detalhes específicos. No caso de sistemas de gerenciamento de banco de dados, tal abstração é chamada de modelagem dos dados (TEOREY, 1998).

A modelagem dos bancos de dados consiste de três componentes principais: as estruturas, as operações e as restrições. A parte que diz respeito às estruturas especifica como os itens elementares são agrupados em unidades maiores. As operações fornecem os mecanismos para inserção, eliminação, busca e modificação dos dados. As restrições são utilizadas para controlar as condições sob as quais os dados podem existir, serem alterados e assim por diante (RIORDAN, 1999).

2.2 MODELOS DE CRESCIMENTO

Considerando o objetivo de implementar um modelo computacional de crescimento classificado como empírico, estático, determinístico, não espacial, por classes de diâmetro e que utiliza o processo de matrizes de transição, cabe a definição de cada um dos termos empregados.

SANQUETTA (1996a) classifica os modelos como: a) empíricos, aqueles que procuram explicar o que ocorreu, está ocorrendo ou pode ocorrer, enfatizando a qualidade do ajuste dos dados e das predições; b) mecânicos, aqueles que procuram explicar como funciona um sistema e porque certos processos ocorrem, dando mais ênfase na explicação dos fatos do que no ajuste e nas predições; c) estáticos, aqueles nos quais as funções de crescimento e produção não permitem variações na história dos tratamentos no povoamento; d) dinâmicos, aqueles que acomodam variações no regime de manejo em suas funções de crescimento e produção; e) determinísticos, aqueles que produzem estimativas das tendências de desenvolvimento de um povoamento e onde, dadas as mesmas condições iniciais o modelo produzirá os mesmos resultados; f) estocásticos, aqueles que tentam ilustrar o efeito de variações naturais inexplicáveis, produzindo diferentes estimativas do desenvolvimento do povoamento, cada um com sua probabilidade de ocorrência e onde, as repetições das estimativas são feitas para prever o comportamento médio, assim como fornecer indicações da possível variabilidade; g) espaciais, onde a distribuição das árvores é explicitamente levada em conta; e h) não

espaciais, onde a distribuição das árvores não é levada em conta.

Segundo VANCLAY (1994), dada a quantidade de modelos de crescimento existentes é impossível examinar a metodologia empregada em cada um deles. Devido a isso, sugere que se identifiquem os aspectos comuns entre diferentes modelos e que eles sejam classificados de acordo com o nível de detalhe que proporcionam. Dentro desse raciocínio existem os modelos: a) para povoamentos, que consideram para efeito de cálculos os povoamentos como um todo e onde parâmetros populacionais tais como número de árvores por unidade de área, área basal e volume do povoamento são usados para prever crescimento ou produção de uma floresta; b) para classes dos povoamentos, que consideram para efeito de cálculo subdivisões dos povoamentos, como as classes de diâmetro, por exemplo, e que produzem informações sobre a estrutura dos povoamentos; e c) para árvores individuais, onde cada árvore é a unidade básica para a construção do modelo. O mesmo autor cita ainda dois outros modelos de crescimento, os modelos de processos, que tentam modelar o processo de crescimento em função de variáveis como luz, temperatura e níveis de nutrientes no solo, também conhecidos como modelos fisiológicos e os modelos de sucessão, que tentam modelar a sucessão das espécies. Exemplo de modelo de processo é o simulador florestal TREEDYN3 de BOSSEL (1996), uma versão modificada do modelo TREEDYN, que simula o processo de crescimento e a dinâmica do carbono e nitrogênio em povoamentos florestais equianos, aplicável à florestas decíduas e de coníferas, sob condições tropicais, temperadas e boreais. BATTAGLIA e SANDS (1998) apresentam os modelos de produtividade florestal baseados em processos, onde o uso final é que determina o tipo e a escala dos modelos de simulação florestal. Esses modelos baseados em processos, quando bem detalhados, podem desempenhar papel importante na validação de modelos mais simples, no desenvolvimento das generalizações para longos intervalos de tempo e no teste de hipóteses de como as árvores funcionam e respondem à interação de condições limítrofes.

BUNNELL (1989) e SHVETS e ZEIDE (1996) afirmam que é útil distinguir entre os modelos que visam o entendimento e modelos que visam a predição. Modelos para entendimento, como por exemplo, os modelos de processos, são úteis para compreender e unir porções isoladas de conhecimento, podendo identificar as lacunas onde mais estudo é necessário. Modelos para predição, apesar de sacrificarem detalhes específicos do processo de crescimento, visam alcançar maior eficiência e exatidão nas informações geradas para o manejo florestal.

SANQUETTA (1996a) cita que existem três tipos fundamentais de modelos não espaciais por classes para povoamentos citados na literatura: a) funções probabilísticas; b)

processos de difusão; e c) matrizes de transição.

No modelo de funções probabilísticas a evolução dentro das classes é expressa por este tipo de função, onde os coeficientes são ajustados de acordo com as características do povoamento. Apresenta alta flexibilidade e simplicidade matemática, tendo a função de Weibull se tornado muito popular para uso nesse tipo de modelo. BAILEY e DELL (1973) quantificaram distribuições diamétricas utilizando a função de Weibull com ótimos resultados.

Processos de difusão expressam a dinâmica das classes nas variáveis crescimento, mortalidade e recrutamento, simultaneamente, em função do tempo e das próprias dimensões de classe de diâmetro, integrando esses componentes em equações diferenciais conhecidas como "*Kolmogorov Forward*" , "*Fokker-Plank*" , "*Forster Equation*" ou ainda equação da continuidade usada em física. Teoricamente é um método complexo, mas do ponto de vista prático é muito simples e versátil, tendo aplicações tanto em florestas naturais quanto plantadas, tendo sido estudado por KOHYAMA (1993,1992,1991,1989b) e HARA (1984).

Matrizes de transição compõem o tipo de modelo de crescimento onde se usa o critério de separar árvores entre aquelas que, após determinado período de tempo, apresentam crescimento que as posiciona como pertencentes a uma, duas ou mais que duas classes de tamanho subseqüentes à classe onde se encontravam, árvores que permaneceram na mesma classe de tamanho e árvores que morreram durante o período. O ingresso ou recrutamento também podem ser incorporados ao sistema. O movimento ou dinâmica das classes de tamanho é calculado em proporções ou probabilidades que constituem a chamada matriz de transição. Essa matriz é então multiplicada por um vetor de freqüências por classes de tamanho, de modo a se obter outro vetor de freqüências projetadas para o momento futuro VANCLAY (1994).

O modelo de crescimento aplicando matriz de transição foi utilizado por BUONGIORNO e MICHIE (1980), SOLOMON *et al.* (1995,1987), MANDERS (1987), AZEVEDO *et al.* (1995) e TENNENT (1995).

A modelagem utilizando este processo de transição tem sido aplicada recentemente para os biomas florestais brasileiros com eficiência, demonstrando sua utilidade no manejo dessas formações como atestam os trabalhos de PULZ (1998), BOM (1999), BARROS (2000), MELLO (1999) e REZENDE (2002), os dois últimos trabalhando com o bioma cerrado.

2.3 COMPONENTES DO MODELO PARA CLASSES DE POVOAMENTOS

Nos modelos para classes de povoamentos e de árvores individuais, VANCLAY (1994) identifica como seus componentes o recrutamento ou ingresso, o incremento em diâmetro ou área basal e a mortalidade. No presente trabalho, devido ao uso do modelo de matriz de transição, o incremento em diâmetro foi substituído por um componente denominado crescimento, conduzindo à estrutura sumarizada na Figura 1. O ingresso pode ser visto como a entrada das árvores que atingiram determinado diâmetro, apesar de alguns modelos simularem o crescimento de mudas desde a germinação das sementes. O crescimento expressa a dinâmica do movimento das árvores dentro das classes de diâmetro podendo ser calculado de várias maneiras. Previsões de mortalidade devem estimar não somente o número mas também as espécies e o tamanho das árvores que morrem.

2.3.1 Ingresso ou recrutamento

No que diz respeito à modelagem do ingresso de árvores é importante diferenciar os conceitos de regeneração e recrutamento ou ingresso. Para VANCLAY (1994), regeneração é a renovação de povoamentos florestais por meios naturais ou artificiais e recrutamento refere-se aos indivíduos que alcançam um tamanho especificado. Decorrem destas definições os conceitos de modelos de regeneração, que são aqueles que predizem o desenvolvimento de árvores a partir de sementes ou plântulas e os modelos de recrutamento, que predizem o número de fustes atingindo ou ultrapassando um limite de tamanho especificado. Os modelos de recrutamento podem ainda ser classificados como: a) estáticos, aqueles que consideram pouco as condições do povoamento e que predizem um recrutamento quase constante, que representa a média das expectativas de um período de tempo sob condições típicas; e b) dinâmicos, aqueles que respondem as condições do povoamento, predizendo o recrutamento como uma função da densidade, composição e outros parâmetros do povoamento.

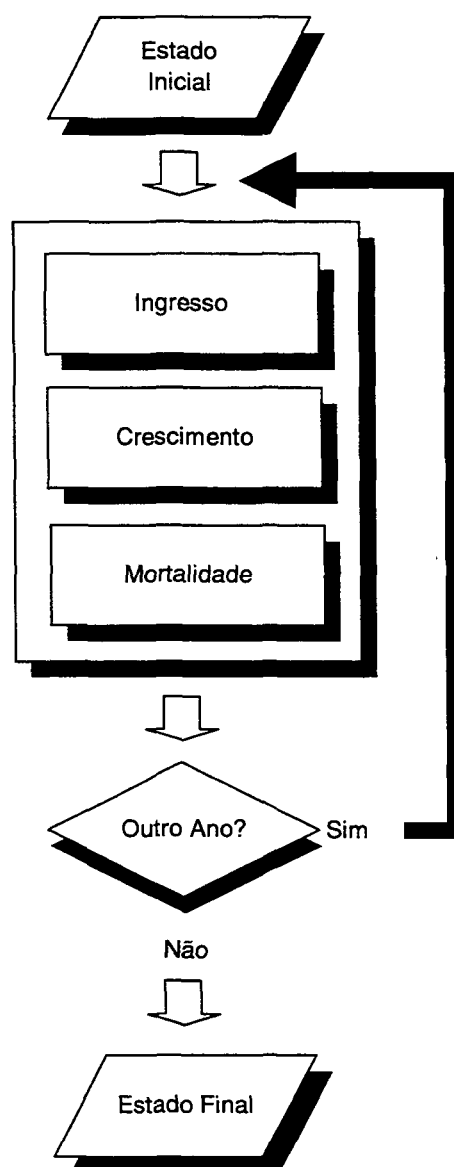


FIGURA 1 - Componentes dos modelos de crescimento para classes de povoamentos e de árvores individuais, adaptado de VANCLAY (1994), Curitiba, PR, 2002

No que concerne aos modelos de regeneração natural, SANQUETTA (1996a) afirma que os tipos de estratégia de regeneração natural de florestas naturais dependem basicamente das espécies: a) formadoras do banco de sementes, que são as espécies pioneiras que permanecem dormentes no solo, esperando distúrbios na floresta que favoreçam sua germinação; b) formadoras do banco de mudas, que são as espécies clímax que produzem sementes que germinam e sobrevivem na sombra; c) dispersas, que são as

espécies que produzem sementes que podem vir a germinar sob sombra, mas que não sobrevivem de maneira significativa; e d) com capacidade de reprodução vegetativa, aquelas espécies que brotam e rebrotam, algumas somente sob céu aberto e outras somente na sombra. Segundo VANCLAY (1994), teoricamente existem muitos méritos na simulação do máximo possível desse processo de regeneração mas, na prática, isto agrega considerável complexidade ao modelo e pode resultar em melhorias não quantificáveis nas previsões. Os esforços despendidos na construção de tais modelos podem ser ofuscados pela grande parcela que os eventos de chance parecem desempenhar no desenvolvimento e germinação das sementes, pela falta de dados empíricos para ajuste dos modelos e pelo conhecimento insuficiente dos processos fisiológicos envolvidos. Dessa forma, como dados para a modelagem de regeneração são difíceis de ser obtidos, são utilizados os modelos de recrutamento ao invés dos de regeneração.

Os modelos de recrutamento estáticos assumem que a quantidade de árvores recrutadas durante o período de tempo da coleta dos dados reflete a média de períodos longos e que essa quantidade não sofrerá variações grandes durante as simulações, sendo essa condicionante comum em tabelas de produção e abordagens matriciais (VANCLAY, 1994). Uma condicionante muito comum nos modelos é que o número de árvores na menor classe permaneça constante, independente do movimento existente em outras classes e da densidade total do povoamento, como no modelo proposto por MENDOZA e SETYARSO (1986). VALENTINE e FURNIVAL (1989) afirmam que o número de árvores por classe de tamanho depende do ingresso na primeira classe, mas esses números tendem a se estabilizar se o ingresso for muito grande. Outros modelos assumem um recrutamento constante a cada ciclo e assumem que a função de mortalidade compensará os erros dessa simplificação, o que na opinião de VANCLAY (1994) não é realista, existindo abordagens melhores.

EK (1974a) baseado em suas observações sugere que o ingresso é inversamente relacionado com a área basal do povoamento e que, para determinada área basal, o ingresso é diretamente relacionado ao número de árvores.

MICHIE e BUONGIORNO (1984) adotando o conceito proposto por EK (1974a) apresentam em seu modelo matricial de estimação uma forma para tratamento do ingresso representado pela função:

$$l_t = \beta_0 + \beta_1 \sum_{i=1}^n B_i (y_{it} - h_{it}) + \beta_2 \sum_{i=1}^n (y_{it} - h_{it}) \quad (1)$$

$$\text{para } l_t \geq 1$$

onde:

- l_t é o ingresso no tempo t ;
- B_i é a área basal da árvore com o diâmetro médio na i -ésima classe.
- $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ são constantes que espera-se serem positiva, negativa e positiva, respectivamente;
- y_{it} é o vetor contendo o número de árvores por classe de diâmetro no tempo t ; e
- h_{it} é o vetor contendo o número de árvores colhidas por classe de diâmetro no tempo t .

O ingresso na primeira classe, dado como função do número de árvores e da colheita em todas as classes, toma a forma:

$$y_{1,t+1} = \beta_0 + d_1(y_{1t} - h_{1t}) + \dots + d_n(y_{it} - h_{it}) \quad (2)$$

onde:

$$d_1 = \alpha_1 + \beta_1 B_1 + \beta_2 \quad (3)$$

$$d_n = \beta_1 B_i + \beta_2 \quad \text{para } i > 1 \quad (4)$$

O ingresso representado dessa forma passa a ser uma função linear da área basal e do número total de árvores do povoamento. O coeficiente β_1 sendo negativo indica que haverá pequeno ingresso nos povoamentos com densidades altas devido ao sombreamento. O coeficiente β_2 sendo positivo indica que haverá um ingresso maior devido ao desenvolvimento maior de plântulas e mudas dado os espaços criados pelas árvores que morrem ou caem.

AZEVEDO, SOUZA e JESUS (1995) e AZEVEDO *et al.* (1994) em seu modelo de matriz de transição para prognose do crescimento, estimaram o ingresso em um povoamento natural remanescente não manejado de floresta atlântica utilizando uma equação linear da forma :

$$l_t = \beta_0 + \beta_1 (N_{t+\theta} - N_t) \quad (5)$$

onde:

- l_t é o número de árvores que ingressam na primeira classe no período de tempo considerado;
- $N_{t+\theta}$ é o número de árvores no final do período de crescimento considerado;

N_t é o número de árvores no início do período de crescimento considerado; e
 β_0, β_1 são os coeficientes.

Apesar dessas abordagens do recrutamento serem empíricas, elas podem proporcionar estimativas úteis do recrutamento em povoamentos que não diferem daqueles utilizados como fonte de dados para o desenvolvimento do modelo.

Quando os dados permitem, uma abordagem mais apropriada pode ser estimar o ingresso como função do sítio e da condição do povoamento, utilizando variáveis tais como produtividade do sítio, densidade do povoamento, representada pela área basal do povoamento, número de fustes, índices de competição e tempo desde a última intervenção. VANCLAY (1989) trabalhando em florestas tropicais na Austrália, após inspeção gráfica dos dados, representou o ingresso na classe de diâmetro de 20 cm como uma função linear da área basal do povoamento e da qualidade do sítio pela equação:

$$N = 5,466 - 0,06469 AB + 1,013 QS \quad (6)$$

onde:

N é o número de árvores que ingressaram na classe de 20 cm (fustes $ha^{-1} ano^{-1}$);
 AB é a área basal do povoamento (m^2 dos fustes maiores do que 20 cm diâmetro); e
 QS é a qualidade do sítio, assumindo valor 1 para sítios bons e 0 para sítios pobres.

Em média, o ingresso estimado não excedeu $6,5$ fustes $ha^{-1} ano^{-1}$ e não ocorreu em povoamentos onde a densidade excedia 100 e $85 m^2 ha^{-1}$ de área basal nos sítios bons e pobres, respectivamente. A composição do ingresso estimado foi determinada pela estimativa da proporção padronizada em cada grupo de espécies, sendo esta proporção estimada pela equação:

$$P_i = 1 - 1 / \{ 1 + \exp [h (AB, B_i, QS)] \} \quad (7)$$

onde:

P_i é a proporção do ingresso total pertencente ao grupo de espécies i ; e

$h (AB, B_i, QS)$ é uma função linear da área basal do povoamento, da área basal do grupo de espécies i e da qualidade do sítio.

As proporções foram padronizadas a fim de assegurar que totalizassem a unidade, de forma:

$$P_i' = P_i / (P_1 + P_2 + \dots + P_n) \quad (8)$$

VANCLAY (1994) também descreve uma abordagem em duas fases, que é apropriada para modelos estocásticos onde, na primeira fase é determinado se o ingresso ocorre ou não e, na segunda fase, caso tenha ocorrido ingresso, ele será estimado. Esse tipo de abordagem é recomendado para modelagem de regeneração.

KOHYAMA (1991, 1992) trabalhando com florestas tropicais modelou a taxa de recrutamento como função do índice de competição pela função:

$$R(t) = d \cdot d_1^{(-d_1 B_0)} \quad (9)$$

onde:

$R(t)$ é o recrutamento no tempo t ;
 B_0 é o índice de competição no tempo t_0 para o diâmetro mínimo [$B_0 = B(t, x_0)$];
 B é o índice de competição; e
 d, d_1 são os coeficientes.

SOLOMON *et al.* (1987) em seu modelo de crescimento matricial em dois estágios para florestas naturais, modelaram o ingresso considerando um diâmetro limite mínimo de 14,0 cm para o conjunto de dados referentes às árvores maiores e 11,4 cm para os conjuntos de dados referentes às árvores menores. Depois de testar várias variáveis e combinação de variáveis, desenvolveram equações lineares separadas para cada espécie, na forma:

$$k = \alpha_0 + \alpha_1 ABR_t + \alpha_2 P_t + \alpha_3 PE_t \quad (10)$$

onde:

k é o ingresso;
 $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ são os coeficientes;

ABR_t	é a área basal remanescente no tempo t; e
P_t	é a proporção de folhosas no povoamento no tempo t; e
PE_t	é a proporção da espécie considerada no povoamento o tempo t.

Na nova versão desse modelo de crescimento, SOLOMON *et al.* (1995) implementaram modificações visando agregar aspectos ecológicos ao modelo matricial em dois estágios, resultando que o ingresso passou a ser expresso por:

$$i_t = \alpha_0 + \alpha_1 ABI_t + \alpha_2 ABR_t + \alpha_3 P_t + \alpha_4 E_t + \alpha_5 L_t + \alpha_6 X1 + \alpha_7 X2 + \alpha_8 X3 + \alpha_9 X4 + \alpha_{10} X5 \quad (11)$$

onde:

i_t	é o ingresso no tempo t;
$\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$	são os coeficientes;
ABI_t	é a área basal inicial no tempo t;
ABR_t	é a área basal residual no tempo t;
P_t	é a percentagem de folhosas no povoamento no tempo t;
E_t	é a percentagem da espécie considerada no povoamento no tempo t;
L_t	é a elevação do terreno; e
$X1, X2, \dots, X5$	é o tipo de habitat.

BUONGIORNO *et al.* (1995) expressaram o ingresso no modelo matricial de crescimento desenvolvido para florestas na França, por meio da equação:

$$I_{kt} = \sum_{i=1}^m d_{ik} \sum_{j=1}^n B_j (y_{ijt} - h_{ijt}) + e_k \sum_{j=1}^n (y_{kjt} - h_{kjt}) + c_k \quad (12)$$

onde I_{kt} é o ingresso, ou número de árvores da espécie k que entram na menor classe de tamanho por unidade de área no intervalo de tempo de t até t+1. Cada parâmetro d_{ik} é esperado ser negativo, de modo que o ingresso é menor em um povoamento mais denso, independente da espécie, mas a magnitude do efeito pode variar de espécie para espécie. O parâmetro e_k é esperado ser positivo, ou seja, o ingresso de espécies k aumenta quando o povoamento possui mais árvores daquela espécie, todas as demais variáveis permanecendo iguais. A constante c_k é esperada ser não negativa, significando que algum ingresso deve ocorrer, independentemente do estado do povoamento, devido à dispersão

de sementes de povoamentos próximos.

KOHYAMA e TAKADA (1998) propõem que o ingresso seja estimado por uma frequência de crescimento na taxa de recrutamento ("growth-frequency estimate"), que na prática é obtida pela multiplicação da densidade de árvores na menor classe de tamanho pela média da taxa de crescimento em tamanho das árvores sobreviventes, durante o intervalo do censo, dividido pelo tamanho da classe.

2.3.2 Crescimento

ALDER (1995) afirma que as mudanças que ocorrem em uma tabela de um povoamento podem ser descritas em termos de entrada, saída, mortalidade e colheita, termos definidos como: a) entrada (*ingrowth*), árvores que crescem por um período de tempo definido e passam a pertencer a determinada classe de diâmetro, sendo que aquelas que entram na primeira classe de diâmetro são denominadas recrutamento, ingresso ou entrada externa; b) saída (*outgrowth*), árvores que deixam de pertencer a determinada classe de diâmetro após determinado período; c) mortalidade, que representa as árvores que morrem durante determinado período, como resultado de supressão, sombreamento, idade, doenças ou fatores não previsíveis; e d) colheita, árvores retiradas por exploração em um determinado período.

O processo de projeção de classes de diâmetro pode ser definido matematicamente, segundo ALDER (1995), como:

$$N_{k,t+1} = N_{k,t} + R_k + O_{k-1} - O_k - M_k - H_k \quad (1) \quad (13)$$

onde:

$N_{k,t+1}$	é o número de árvores na k-ésima classe no tempo t + 1;
$N_{k,t}$	é o número de árvores na k-ésima classe no tempo t ;
R_k	é o número de árvores classe k como resultado do recrutamento (ingresso);
O_{k-1}	é o número de árvores que saíram da classe k - 1 no período de tempo;
O_k	é o número de árvores que saíram da k-ésima classe no período de tempo;
M_k	é a mortalidade ocorrida na k-ésima classe no período de tempo; e

H_k são as árvores cortadas na k-ésima classe no período de tempo.

A condicionante geral para uma projeção de classes de diâmetro é que os valores de entrada, saída, mortalidade e recrutamento derivados de parcelas permanentes, medidas em determinados intervalos de tempo, possam ser repetidamente aplicados para a obtenção de novas estimativas da tabela do povoamento em sucessivos períodos. O mesmo autor declara que se simples projeções para classes de diâmetro são utilizadas como método de previsão de crescimento, as quantidades representando recrutamento, saída, mortalidade e colheita devem ser compiladas diretamente de dados oriundos de um banco de dados de parcelas permanentes, pois isso minimiza as tendenciosidades ou erros oriundos da introdução de condicionantes não verificadas dentro do modelo. Alguns problemas de ordem prática decorrem quando este tipo de abordagem é adotado, tais como o recrutamento ocorrer em classes maiores que a primeira e o movimento de árvores abranger mais que uma classe para determinado período. Esses problemas podem ser reduzidos pelo uso de classes de diâmetro maiores e pelo uso de períodos de crescimento menores. A compilação de dados para espécies raras pode levar a estimativas não confiáveis e, em tais situações, o mesmo autor recomenda o agrupamento de espécies e o uso de classes de diâmetro maiores. O uso de álgebra matricial para a representação do modelo é mais indicado, pois permite que várias classes de diâmetro sejam calculadas para um mesmo período. Assim, a equação apresentada em (13) pode ser escrita em forma matricial:

$$N_{t+1} = G \cdot N_t \quad (14)$$

onde :

- N_t é um vetor coluna cujos elementos são o número de árvores em cada classe de diâmetro no tempo t;
- N_{t+1} é um vetor coluna cujos elementos são o número de árvores em cada classe de diâmetro decorrido um tempo t; e
- G é uma matriz quadrada de ordem m conhecida como matriz de transição. Cada elemento g_{ij} define a proporção de árvores que crescem da i-ésima classe de diâmetro para a j-ésima classe de diâmetro durante um período de tempo t.

Tanto ALDER (1995) como VANCLAY (1994) consideram haver três grandes correntes na aplicação de matrizes de transição na modelagem do crescimento de povoamentos de

florestas naturais, representadas pelos trabalhos de USHER (1966), BRUNER e MOSER (1973) e MENGIN-LECREUX (1990).

USHER (1966) foi um dos pioneiros no uso de matrizes de transição em florestas. Adaptando um modelo originalmente aplicado à demografia animal, utilizou um vetor cujos elementos representavam classes de diâmetro ao invés de classes de idade e introduziu regeneração no modelo. Em forma matricial o modelo apresentava a seguinte notação:

$$q_{t+1} = Q \cdot q_t \quad (15)$$

onde:

- q_t é o número de árvores nas classes de diâmetro no tempo t ;
 q_{t+1} é o número de árvores nas classes de diâmetro no tempo $t+1$;
 e
 Q é a matriz de transição, como definida a seguir.

$$Q = \begin{bmatrix} a_0 & k_1 & k_2 & \cdots & k_{n-1} & k_n \\ b_0 & a_1 & \cdots & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & b_1 & a_2 & \cdots & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \ddots & \ddots & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \ddots & a_{n-1} & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \ddots & b_{n-1} & a_n \end{bmatrix}$$

A interpretação dos elementos dessa matriz de transição em termos florestais é que os elementos a_i representam a proporção de árvores que permanecem em dada classe, os elementos b_i são as proporções de árvores que deverão crescer e mudar para a classe $i+1$, e os elementos k_i representam o número de árvores que ingressam na classe 0, como resultado das árvores colhidas da i -ésima classe, durante o período de tempo considerado. Para as classes 0 até $n-1$, estes elementos são definidos como $k_i = c_i(\alpha-1)$ e para a n -ésima classe como sendo $k_n = c_n(\alpha-a_n)$, onde α é a proporção de árvores que saíram depois da colheita e c_n é o número de árvores que devem surgir na clareira deixada pela árvore que saiu.

O modelo de crescimento desenvolvido por BRUNER e MOSER (1973) foi utilizado para modelar a estrutura do povoamento usando a técnica de modelagem de Markov, para um período de 18 anos de coleta de dados, em duas etapas, onde os nove primeiros anos foram utilizados para a obtenção da matriz de transição e os nove últimos para validação. O

modelo foi usado para fazer previsões da estrutura do povoamento para um período de 18 anos (dois ciclos de tempo), elevando para tanto a matriz de transição ao quadrado. Para o modelo de Markov, o estado do sistema após n iterações, t_n , pode ser determinado analiticamente a partir do estado inicial t_0 pela equação matricial:

$$t_n = p^n \cdot t_0 \quad (16)$$

Existem duas condicionantes presentes no modelo matricial de Markov. A primeira, chamada de condicionante de Markov, dita que a probabilidade de qualquer evento deve depender somente do estado inicial do povoamento, ou seja, o histórico das árvores não é necessário. A segunda, chamada condicionante estacionária, requer que as probabilidades calculadas não mudem com o tempo.

HIGUCHI (1987) realizou a projeção da distribuição diamétrica utilizando a técnica da cadeia de Markov na Amazônia brasileira, enquanto SANQUETTA *et al.* (1995, 1997) projetaram a distribuição diamétrica e volumétrica para uma floresta natural no Japão.

BUONGIORNO e MICHIE (1980) incluíram um vetor separado para as árvores colhidas e permitiram que o recrutamento fosse uma função de densidade dependente da área basal no período de tempo anterior, como uma modificação do modelo formulado por Usher. Na forma matricial o modelo é representado por:

$$y_{t+1} = G(y_t - h_t) + c \quad (17)$$

onde:

- y_t é um vetor coluna contendo o número de árvores por classes de tamanho no período de crescimento atual;
- y_{t+1} é um vetor coluna contendo o número de árvores por classe de tamanho no próximo período de crescimento;
- G é a matriz de transição compreendendo os seguintes elementos:

$$G = \begin{bmatrix} d_1 & d_2 & d_3 & \cdots & d_n \\ b_2 & a_2 & . & \cdots & . \\ . & b_3 & a_3 & \cdots & . \\ . & . & \ddots & \ddots & . \\ . & . & . & b_n & a_n \end{bmatrix}$$

- H_t é um vetor coluna contendo o número de árvores colhidas durante o período; e
- C é um vetor coluna contendo somente um elemento não zero:

$$c' = [\beta_0 \ 0 \ 0 \ \dots \ 0]$$

O elemento a_i da matriz define, como nos outros modelos de matriz de transição, a proporção de árvores que permanecem na i -ésima classe, o elemento b_i define a proporção de árvores da i -ésima classe que mudaram para a classe $i+1$, ambos no período de crescimento considerado. Os elementos d_i e β_i são relacionados com a função de ingresso, que é uma função linear da área basal do povoamento e do número total de árvores.

O modelo de crescimento desenvolvido por MENGIN-LECREUX (1990) para florestas tropicais, na Costa do Marfim, também utiliza matriz de transição. O modelo básico é definido por:

$$x_{t+2} = v \cdot P \cdot x_t + R \quad (18)$$

onde:

- x_t é um vetor coluna de classes de diâmetro no ano t . O intervalo de classe é de 5 cm, com um total de 25 classes. O período de crescimento é de dois anos, por isso o vetor projetado é de $t+2$ anos, depois de apenas uma iteração;
- v é a sobrevivência em cada ciclo de crescimento, dado como uma fração constante sem considerar o tamanho da classe;
- P é a matriz de crescimento dada em probabilidades de transição, onde os elementos da diagonal principal e sub-diagonal são os únicos a possuírem valores diferentes de zero e definem as proporções de árvores estáticas e daquelas que passam para a próxima classe no intervalo de dois anos; e
- R é um vetor coluna cujos elementos são zero com exceção do primeiro, que representa a taxa de recrutamento para a menor classe de diâmetro.

SOLOMON *et al.* (1987) desenvolveram um modelo de crescimento para povoamentos florestais na América do Norte, compostos de espécies de coníferas, folhosas e mistos. O modelo desenvolvido, denominado FIBER, é um modelo matricial em dois

estágios. No primeiro estágio um conjunto de equações de regressão lineares é ajustado para prever as probabilidades de transição de crescimento de uma árvore e mortalidade, como função da densidade do povoamento, tamanho das árvores e proporção de espécies folhosas. Essas probabilidades estimadas compõem os elementos das matrizes de transição do povoamento que são utilizadas para projetar a distribuição dos diâmetros das árvores, por espécie ou grupo de espécies do povoamento, para um período de cinco anos. Esse modelo de matrizes em dois estágios é uma modificação do modelo proposto por BUONGIORNO e MICHIE (1980). Para cada espécie, ou grupo de espécies, uma matriz de transição G_t é aplicada a um vetor que contém o número de árvores daquela espécie ou grupo de espécies por classe de diâmetro. Adicionando ingresso, essas duas operações geram um vetor de classes de diâmetro após cinco anos de crescimento, na forma:

$$y_{t+5} = G_t \cdot y_t + I_t \quad (19)$$

onde:

y_{t+5} é um vetor contendo o número de árvores por classe de diâmetro depois de um período de tempo $t+5$;

y_t é um vetor contendo o número de árvores por classe de diâmetro no tempo t ;

$$G_t = \begin{bmatrix} a_{5,t} & 0 & 0 & 0 & \dots & \dots \\ b_{5,t} & a_{6,t} & 0 & 0 & \dots & \dots \\ c_{5,t} & b_{6,t} & a_{7,t} & 0 & \dots & \dots \\ 0 & c_{6,t} & b_{7,t} & a_{8,t} & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \end{bmatrix}$$

$$I_t = [k \ 0 \ \dots \ 0]$$

a_i é a probabilidade de que uma árvore sobreviva e permaneça na i -ésima classe de diâmetro durante o intervalo de tempo de t até $t+5$;

$b_{i,t}$ é a probabilidade de que uma árvore sobreviva e permaneça na i -ésima classe de diâmetro no tempo t e na classe $i+1$ no tempo $t+5$;

- $c_{i,t}$ é a probabilidade de que uma árvore sobreviva e permaneça na i -ésima classe de diâmetro no tempo t e na classe $i+2$ no tempo $t+5$; e
- k ingresso na primeira classe durante o intervalo de tempo de t até $t+5$.

Uma nova versão do modelo de crescimento FIBER foi apresentada por SOLOMON *et al.* (1995), onde a principal modificação foi a introdução de uma classificação do que foi denominado habitat de cada parcela permanente remediada, classificação essa baseada na área basal máxima da composição de espécies no início de qualquer período de remedição. As taxas de ingresso e crescimento foram desenvolvidas para os seis habitats definidos.

BUONGIORNO *et al.* (1995) desenvolveram e testaram um modelo de crescimento para as florestas nas montanhas Jura, na França. Nesse modelo o estado do povoamento no tempo t é representado pelo vetor:

$$y_t = [y_{ijt}] \quad (20)$$

onde y_{ijt} é o número de árvores vivas por unidade de área das espécies i ($i = 1, 2, \dots, n$), de tamanho j ($j = 1, 2, \dots, n$) no tempo t , imediatamente antes da colheita. A colheita no tempo t é representada pelo vetor:

$$h_t = [h_{ijt}] \quad (21)$$

onde h_{ijt} é o número de árvores vivas cortadas por unidade de área da espécie i de tamanho j no instante t . O estado do povoamento no tempo $t + 1$ é obtido do estado do povoamento no instante t , depois da colheita, pela operação matricial:

$$y_{t+1} = G(B_t) (y_t - h_t) + c \quad (22)$$

onde $G(B_t) = A(B_t) + R$, na qual a matriz $A(B_t)$ é a matriz de movimento, que depende da área basal do povoamento após a colheita e R é a matriz de ingresso. As matrizes e vetores são definidos como:

$$b_{ij} = p_i + q_i \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n B_j (y_{ijt} - h_{ijt}) + s_i D_j \quad (25)$$

$$(i = 1, \dots, m ; j = 1, \dots, n-1) \quad (26)$$

$$b_{in} = 0 \quad (i = 1, \dots, m) \quad (27)$$

onde B_j é a área basal da árvore de tamanho médio na classe da tamanho j , D_j é o seu diâmetro e p_i e q_i são parâmetros. Espera-se que o valor de q_i seja negativo, refletindo uma taxa de crescimento mais lenta a uma densidade maior.

2.3.3 Mortalidade

Mortalidade pode ser definida como sendo a proporção de árvores que morrem em um intervalo de tempo especificado, normalmente um ano. O problema da mortalidade pode ser contornado em povoamentos bem manejados, como é o caso de florestas plantadas com ciclo de vida curto, onde é possível assumir não existir mortalidade. Segundo VANCLAY (1994), essa condicionante pode ser razoável para tal tipo de florestas, mas não é apropriada quando florestas naturais são modeladas, pois nessa situação a mortalidade é significativa e deve ser levada em consideração. Ainda segundo VANCLAY (1991) as estimativas de mortalidade possuem grande influência na acuidade das prognoses de crescimento e produção. A incerteza na estimativa de mortalidade pode causar grande variabilidade nas predições de volume, como reportado por STAGE e RENNER (1987) para florestas mistas de coníferas na região das montanhas rochosas dos Estados Unidos. ALDER (1995) identifica que modelos de simulação para crescimento de povoamentos mostram que a estrutura da tabela do povoamento e sua produção final de madeira são, no mínimo, tão sensíveis à mortalidade quanto são ao incremento médio, provavelmente, até mais.

CLUTTER *et al.* (1983) citam que a chave para uso de modelos de distribuição diamétrica, que requerem o número de árvores sobreviventes na idade de predição, é a disponibilidade de funções de mortalidade apropriadas. A estratégia para a escolha de métodos para a estimativa da mortalidade torna-se menos penosa se a mortalidade é classificada de acordo com a causa e padrão de ocorrência, padrões esses que podem diferir em escala, frequência e severidade. As causas da mortalidade podem ser atribuídas à idade da árvore, competição, doenças e eventos imprevisíveis. O tamanho da árvore

pode não ser causa de mortalidade, mas é na prática um estimador muito bom de sua probabilidade de ocorrência. VANCLAY (1994) afirma que muitos dos modelos por classe de tamanho utilizam um método empírico para prever mortalidade, freqüentemente por meio de funções lineares simples da densidade do povoamento e do tamanho relativo. Tais funções, segundo o autor, devem ser usadas com cuidado porque elas podem estimar valores fora de limites possíveis (0,1) se forem aplicadas para dados fora da amplitude dos dados dos quais foram desenvolvidas e sugere como alternativa conveniente o uso da função logística, que pode ser expressa de vários modos:

$$P = (1 + e^{-f(x)})^{-1} = 1 - (1 + e^{f(x)})^{-1} = \frac{e^{f(x)}}{1 + e^{f(x)}} \quad (28)$$

onde P é a probabilidade de sobrevivência e f(X) é uma função, normalmente linear, de várias variáveis explicativas. A probabilidade de mortalidade pode ser obtida calculando-se a diferença 1-P. Segundo VANCLAY (1994) a vantagem de se prever sobrevivência é que, diferente de mortalidade, ela é um processo de Markov, ou seja, é um processo transiente ao invés de absorvente, de modo que a sobrevivência em um período de n anos é dada pela enésima potência da probabilidade de sobrevivência. VANCLAY (1989) estimou mortalidade em florestas tropicais na Austrália, utilizando-se de uma função logística proposta na forma:

$$P = 1 / [1 + \exp (\beta_0 + \beta_1 / D + \beta_2 AB)] \quad (29)$$

onde:

- P é a probabilidade anual de mortalidade;
- D é o diâmetro a altura do peito; e
- AB é a área basal do povoamento.

Muitos modelos de crescimento para povoamentos plantados equianos estimam mortalidade com funções dependentes na densidade, assumindo que existe uma relação simples entre a densidade máxima do povoamento (árvores ha⁻¹) e tamanho médio das árvores. O índice de densidade do povoamento proposto por REINEKE (1933), apesar de apresentar limitações de ordem prática, relaciona o limite do estoque (N) com o diâmetro quadrático médio (d_g), na forma:

$$\ln N - 1,6 \ln d_g = \text{constante} \quad (30)$$

Segundo SANQUETTA (1996a), pesquisas realizadas pelos japoneses liderados por Kira trouxeram justificativas teóricas para os postulados de Reineke, gerando a "lei de autodesbaste" ou "lei do expoente $-3/2$ ", que relaciona a redução da densidade por competição como decorrência do aumento do tamanho médio das plantas que competem em determinada área e que apresenta a relação:

$$w = k N^{-3/2} \quad (31)$$

onde:

w	peso médio das plantas por unidade de área;
N	número de plantas por unidade de área; e
k	constante por espécie ou povoamento.

O expoente $-3/2$ é sempre fixo, independe da espécie ou do estágio de desenvolvimento do povoamento que está sob condição de competição.

Outra alternativa freqüentemente usada em modelos para povoamentos naturais é estimar um incremento limítrofe e assumir que todas ou parte das árvores com estimativas de incremento menores que o limite irão morrer. EK e MONSERUD (1974b) utilizaram uma função estocástica de diâmetro para estimar um valor limítrofe e assumiram que todas as árvores com estimativas de incremento menor que o limite determinado iriam morrer. A abordagem utilizando um valor limítrofe de incremento faz sentido e é suportada por algumas evidências empíricas. SWAINE *et al.* (1987) observaram que a mortalidade em florestas semi-decíduas em Gana foi significativamente maior entre árvores que não aumentaram de tamanho. SPURR (1962) relata que qualquer árvore de *Pinus radiata* que alcançasse um incremento anual inferior a 20 cm² tinha, em média, menos de oito anos de vida restante.

Segundo KOHYAMA (1989a), as diferenças nos parâmetros demográficos dependentes do tempo, tais como taxa de crescimento e mortalidade refletem as mudanças na estrutura do povoamento no tempo, sendo razoável então expressar estes parâmetros demográficos como função não do tempo, mas da estrutura do povoamento. Nesse estudo, o autor encontrou uma relação positiva entre a mortalidade causada por eliminação e a área basal acumulada, não envolvendo, no entanto, a senescência das árvores maiores, o que resultou em uma distribuição diamétrica divergente em simulações para períodos longos. Este mesmo modelo foi aprofundado por KOHYAMA (1991), onde outras causas, além de eliminação, foram incorporadas, levando a um modelo cuja distribuição diamétrica converge a uma única e estacionária distribuição, para a qual a competição, expressa pela área basal

acumulada, contribui de modo significativo, tendo sido expressa como:

$$M(t,x) = c + c_1/x \quad (32)$$

onde:

M(t,x)	mortalidade da árvore de tamanho x no tempo t;
c	constante;
c ₁	probabilidade de morte, diferente de zero, de uma árvore de dossel grande ou de árvores emergentes; e
x	tamanho da árvore representado pelo ponto médio da classe de diâmetro ou diâmetro médio das árvores pertencentes a classe de diâmetro.

ALDER (1995) reporta que as taxas de mortalidade em florestas tropicais mistas variam de 1% a 5%, com um valor de 1,5% para espécies com diâmetro à altura do peito de 10 cm ou mais e que não sofreram distúrbios nos últimos dez anos. Florestas exploradas, ou que sofreram outros distúrbios na década anterior, apresentam taxas de mortalidade maiores, na ordem de 2,5% ou mais. No mesmo trabalho o autor apresenta dois modos de se calcular mortalidade. O primeiro modo calcula a taxa de mortalidade periódica como:

$$\text{MORTP} = \text{MORTAS}/\text{ÁRVORES} \quad (33)$$

onde:

MORTP	é a taxa de mortalidade no período;
MORTAS	é o número de árvores mortas no período; e
ÁRVORES	é o número de árvores existentes, vivas e mortas.

A taxa anual de mortalidade pode ser derivada da função de mortalidade por:

$$\text{TMA} = 1 - (1 - \text{MORTP})^{1/\text{PA}} \quad (34)$$

onde:

TMA	é a taxa de mortalidade anual;
MORTP	é a taxa de mortalidade no período; e
PA	é o intervalo de medição em anos.

Como na maioria das vezes o intervalo de medição não é regular, as taxas de mortalidade devem ser calculadas para cada intervalo separadamente, convertidos para taxas anuais

pela equação apresentada acima, obtendo-se a seguir uma média geral, ponderada pelo número de árvores amostradas em cada intervalo de medição. Sendo a mortalidade uma variável que é distribuída segundo uma distribuição binomial, é possível estabelecer intervalos de confiança para a média de probabilidade de mortalidade. Se a média de probabilidade de mortalidade é:

$$p = m/n \quad (35)$$

onde:

p	média de probabilidade de mortalidade;
m	número de árvores que morrem; e
n	número total de árvores.

Os intervalos de confiança são assimétricos em torno de p e derivam da distribuição F, usando a fórmula apresentada a seguir, proposta por NELSON (1982):

$$Linf = 1 / [1 + F(\alpha ; 2n - 2m + 2 ; 2m) . (n - m + 1) / m] \quad (36)$$

$$Lsup = 1 / \{ 1 + (n - m) / [(m + 1) . F (\alpha ; 2m + 2 ; 2n - 2m)] \} \quad (37)$$

onde:

Linf	limite inferior do intervalo de confiança;
Lsup	limite superior do intervalo de confiança;
n	número de árvores mortas;
m	número de árvores total;
α	nível de probabilidade; e
F	função de distribuição F.

O segundo modo de cálculo de mortalidade proposto por ALDER (1995) utiliza da técnica de regressão linear múltipla, onde são ajustadas equações do tipo:

$$\log (TMA) = \alpha + \beta . \log (POSC) \quad (38)$$

$$\text{logit} (TMA) = \alpha + \beta . \log (POSC) \quad (39)$$

onde:

TMA	taxa de mortalidade anual;
POSC	posição da copa;
Logit	transformação logística, sendo igual a $\log (p / (1 - p))$; e
α , β	coeficientes.

No modelo de crescimento matricial FIBER (SOLOMON *et al.*, 1987) a mortalidade não é incluída na matriz de transição, mas é inerente ao modelo uma vez que é calculada como :

$$m_{it} = 1 - a_{it} - b_{it} - c_{it} \quad (40)$$

onde:

m_{it}	mortalidade da espécie i no tempo t ;
a_{it}	probabilidade da árvore permanecer na mesma classe no período considerado; e
b_{it}	probabilidade da árvore mudar uma classe no período considerado;
c_{it}	probabilidade da árvore mudar duas classes no período considerado.

Como nem todas as espécies no conjunto de dados possuíam o mesmo diâmetro máximo e podiam não ter um número suficiente de árvores na maior classe de diâmetro, as equações que estimam a , b , c e m não são acuradas para descrever o movimento das árvores nas classes maiores. Para diminuir a taxa de crescimento e aumentar a mortalidade das árvores maiores ao longo do tempo, as estimativas de a , b e c foram linearmente reduzidas do valor estimado para zero dentro dos limites de diâmetros máximos para cada espécie. Para as chamadas espécies de vida curta, as estimativas de c , b e a foram reduzidas a zero quando a idade ou número de iterações tornam-se iguais a 80, 110 e 130 anos respectivamente. As quantidades retiradas são adicionadas a mortalidade. Na versão 3.0 do modelo matricial FIBER (SOLOMON *et al.*, 1995) uma mortalidade excessiva pode ocorrer nos povoamentos cuja composição e estrutura está fora da amplitude da base de dados do modelo. Quando isto ocorre a taxa de mortalidade é limitada a uma taxa máxima de 15% para qualquer classe de diâmetro, reduzindo-se para 10% e 2,5% de acordo com a área basal do povoamento. O procedimento de redução dos valores estimados para a , b e c , para a maior classe de diâmetro, utilizado na primeira versão do modelo, é mantido na versão atualizada.

A mortalidade no modelo matricial desenvolvido por BUONGIORNO *et al.* (1995) é representada por uma relação similar à apresentada para o movimento de árvores entre classes de tamanho, estimando a probabilidade m_{ij} que uma árvore da espécie i de tamanho j morra, no espaço de tempo entre t e $t+1$, e tem a forma:

$$m_{ij} = u_i + v_i \sum_{l=1}^m \sum_{j=1}^n B_j (y_{ijlt} - h_{ijlt}) + w_i D_j \quad (41)$$

onde:

m_{ij}	é a mortalidade de uma árvore da espécie i de tamanho j ;
u_i, v_i e w_i	são parâmetros, dos quais w_i é esperado ser positivo, uma vez que árvores maiores e mais altas são mais propensas a quedas pelo vento;
B_j	é a área basal da árvore média na classe de tamanho j ;
y_{ijt}	é o número de árvores por unidade de área da espécie i , de tamanho j , existentes no tempo k antes do desbaste;
h_{ijk}	é o número de árvores vivas cortadas por unidade de área da espécie i , de tamanho j , existentes no tempo k ; e
D_j	é o diâmetro da árvore considerada.

2.4 ESTOQUE DE CARBONO

Os cientistas têm alertado que o aumento das emissões dos chamados gases efeito estufa (GEE) interferem no balanço radiativo da atmosfera, ou seja, a porcentagem de radiação solar que passa pela atmosfera terrestre e é refletida pela superfície da terra está levando, a longo prazo, a um aumento da temperatura média da terra (KOHLMAIER *et al.*, 1998). As maiores fontes de emissão de gases efeito estufa pelo ser humano incluem a queima de combustíveis fósseis, os desmatamentos e queimadas para tornar a terra disponível para a agricultura e a queima de madeira e carvão com fins combustíveis, todas liberando CO_2 para a atmosfera. Uma quantidade estimada entre 5.600 - 6.000 milhões de toneladas foram lançadas na atmosfera em 1988 na forma de CO_2 oriunda de ação antropogênicas. A redução dos níveis de CO_2 na atmosfera tornou-se um dos maiores desafios do homem na virada do milênio. GUT (1988) coloca que a pergunta a ser respondida é como reduzir as emissões de gás carbônico e ainda retirar da atmosfera o excedente já liberado, amenizando o principal efeito de sua presença que é o inevitável aquecimento do planeta.

A abordagem para a redução do CO_2 na atmosfera que tem recebido bastante atenção é o plantio intensivo e extensivo de árvores. Segundo as estimativas do Programa Ambiental das Nações Unidas (UNEP, 1987), o aumento anual líquido de CO_2 na atmosfera é de aproximadamente 3.000 milhões de toneladas de carbono equivalente (tCe). Se um crescimento de 1 m^3 de biomassa florestal (tronco, raízes, galhos, etc) absorve 0,26 Gt Ce (BROWN *et al.*, 1986), para compensar os aumentos de CO_2 na atmosfera seria necessário

uma área de 465 milhões de ha de florestas novas em locais onde a taxa média de crescimento é de $15 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}$.

A preocupação com o aumento da concentração de gás carbônico na atmosfera propiciou, na década de 70, o aparecimento do conceito de compensação de emissões de CO_2 por intermédio de reflorestamentos (COSTA, 1998). Desde então surgiram projetos voluntários de companhias de energia elétrica, um projeto agroflorestal na Guatemala, a criação de uma fundação com a missão de promover o plantio de árvores para absorção de CO_2 , dentre outros. SALOMÃO *et al.* (1996), visando entender como se processam as emissões de carbono para a atmosfera são de opinião que é necessário que se respondam questões como qual o estoque de carbono contido na biomassa de floresta primária, quais as taxas de acúmulo de carbono nas florestas secundárias de diversas idades e quais as quantidades de carbono acumulada nas diversas florestas plantadas com espécies exóticas, nas diferentes idades e condições de sítio. Os estudos realizados no passado focalizaram as implicações dos valores do carbono e da biodiversidade para o manejo florestal como funções ecológicas individuais. Muitos trabalhos exploraram as implicações dos valores do carbono no manejo florestal com ênfase na idade de rotação ótima, os efeitos de desbastes na estrutura de povoamentos não equianos ou avaliaram os impactos de diferentes ciclos e intensidade de corte na biodiversidade.

BOSCOLO e BUONGIORNO (1997) desenvolveram um modelo econômico para quantificar o efeito do seqüestro do carbono e da diversidade das espécies no regime ótimo de desbaste em florestas tropicais na Malásia peninsular. O seqüestro de carbono e a diversidade de espécies foram considerados simultaneamente para ressaltar as diferenças e as similaridades de seus efeitos no manejo de florestas tropicais.

HOUGHTON (1994) e FEARNSTIDE (1994) comentam que biomas florestais diferentes armazenam diferentes quantidades de carbono dentro de sua biomassa, variando também com os locais dentro de um mesmo bioma. Esta afirmação é feita em função da maioria das estimativas de biomassa serem obtidas apenas nas partes aéreas da planta e considerando somente as partes vivas da planta acima do solo, sendo que estas representam apenas certas classes de diâmetro. Outra preocupação é que a maioria dos valores publicada para biomassa muitas vezes esconde inconsistências, tais como os componentes subterrâneos e os mortos.

KOZLOWSKI e PALLARDY (1996) afirmam ser a acumulação de biomassa influenciada por todos os fatores que interferem na fotossíntese e na respiração, sendo que CAMPOS (1991) e CALDEIRA (1998) acrescentam que essa acumulação (produção) é diferente de local para local onde são realizadas as medidas, refletindo a variação dos

fatores ambientais e daqueles inerentes à própria planta, existindo uma relação entre biomassa e a produtividade primária, relação conhecida como acumulação de biomassa.

ANDRAE (1978) e SCHUMACHER (1996) acrescentam que, durante a fase inicial do desenvolvimento de uma floresta, grande parte do carboidrato é canalizada para a produção de biomassa da copa e com o passar do tempo as copas começam a competir entre si, aumentando a produção relativa do tronco e das folhas e diminuindo gradativamente a biomassa de ramos.

As formações florestais tropicais têm sido alvo de várias pesquisas relativas a quantificação da armazenagem de carbono. FEARNSIDE *et al.* (1999) analisaram as queimadas na Amazônia brasileira, avaliando o carregamento, eficiência de queima e formação de carvão enquanto WOOMER e PALM (1998) apresentaram uma abordagem para estimar os estoques de carbono em florestas tropicais e usos associados da terra.

RAMIREZ *et al.* (1999) estimaram biomassa total seca por ha utilizando o programa de simulação SIRENA2, que faz uso das equações de regressão apresentadas por BROWN *et al.* (1989) e, uma vez obtida a biomassa total, a mesma foi multiplicada por 0,50 para a obtenção da quantidade de carbono. SEGURA *et al.* (1999) estimaram por meio de equações alométricas a biomassa total e o carbono armazenado para florestas tropicais úmidas na região atlântica da Costa Rica.

SANQUETTA *et al.* (2001) e BALBINOT *et al.* (2000) desenvolveram relações individuais de biomassa e conteúdo de carbono em plantações de *Araucaria angustifolia* e *Pinus taeda* no sul do Brasil, ROCHADELLI (2001) estudou a estrutura de fixação dos átomos de carbono em reflorestamentos de bracatinga (*Mimosa scabrella*, Bentham), enquanto FIGUEIREDO *et al.* (2000) estudaram os efeitos da fragmentação de floresta tropical densa no sudeste acreano sobre a biomassa viva acima do solo e o estoque de carbono, todos os trabalhos indicando o crescente interesse por resultados mais exatos e menos empíricos nessa área de pesquisa.

BALDWIN *et al.* (1993) adaptaram o modelo de crescimento PTAEDA2 para realizar a função de dirigir o modelo biológico MAESTRO, como um primeiro passo da união dos dois modelos. MAESTRO é um modelo que estima o ganho de carbono de um conjunto de árvores em uma parcela pela integração de numerosas variáveis biológicas e físicas nos processos de fotossíntese e respiração. PTAEDA2 é um modelo para árvores individuais, dependente da distância entre as árvores, que simula o crescimento e a produção de povoamento de *Pinus taeda* L.

2.5 AGRUPAMENTO DE ESPÉCIES

Segundo VANCLAY (1994), um dos grandes problemas no desenvolvimento de modelos de crescimento para florestas naturais é o grande número de espécies que podem ocorrer e na maioria dos casos a não existência de dados suficientes que permitam se obter relações confiáveis para cada uma das espécies. Nessa situação sugere duas abordagens. Na primeira se supõe a relação apropriada e se emprega esta relação subjetiva no modelo e na segunda, se agregam os dados de modo que relações sejam desenvolvidas para um grupo de espécies. As relações subjetivas são freqüentemente utilizadas em modelos de sucessão onde é importante manter as identidades individuais das espécies, mas não é necessário prever produção com exatidão. Para modelos que visam predição, os métodos objetivos são preferíveis pois evitam os problemas de tendência, além de reduzirem consideravelmente o número de equações requeridas. A agregação deve ser conduzida de modo a minimizar a variabilidade interna dos grupos e maximizar a variabilidade entre grupos. O agrupamento subjetivo pode levar em conta aspectos econômicos, ecológicos, de estratégias de regeneração, taxas de crescimento, demanda luminosa, altura na idade madura, aspectos taxonômicos e afinidade botânica, entre outros. Quando ocorrem muitas espécies, como nos trópicos, outro problema que surge é o número de grupos necessários e como alocar espécies pouco conhecidas. No modelo proposto para o nordeste da Austrália, VANCLAY (1989) utilizou para agrupar mais de cem espécies de interesse comercial, três critérios: a relação volume/tamanho; o tipo de exploração; e o padrão de crescimento. Esses critérios originaram cinco grupos distintos de espécies: a) espécies comerciais de grande porte e crescimento rápido; b) espécies comerciais de grande porte e crescimento lento; c) espécies comerciais pequenas e de crescimento rápido; d) espécies comerciais pequenas e de crescimento lento; e e) espécies não comerciais.

Como estratégias de agrupamento objetivo, VANCLAY (1994) apresenta a análise de agrupamentos para um conjunto de coeficientes de equações de regressão para o incremento em diâmetro, a análise de coordenadas principais na construção de equações de volume baseadas no cálculo de uma medida de diferença entre as espécies e a de comparações pareadas entre equações de regressão de incremento em diâmetro específicas por espécie.

ALDER (1995) trabalhando com 256 espécies da floresta amazônica brasileira, onde muitas destas tinham um pequeno número de árvores por espécie, considerou a hipótese de agrupar as espécies por meio de grupos comerciais e ecológicos, mas descartou esta possibilidade dada a grande variação no tamanho e nas taxas de

crescimento das espécies. O método de agrupamento utilizado foi baseado na técnica de k-médias, onde um grupo multi-dimensional de dados é dividido em um número pré-definido de grupos, minimizando a variância dentro dos grupos e maximizando a mesma entre grupos. O autor usou duas estatísticas para o agrupamento, o incremento médio em diâmetro e o máximo diâmetro observado para cada espécie. Inicialmente vinte e seis grupos foram especificados, sendo que dez deles apresentaram um número de árvores menor que cem e foram então agregados à grupos mais similares, resultando no final em 16 grupos de espécies.

Outra abordagem para definir grupos é a técnica de análise de grupos hierárquicos, aplicada por VELDMAN (1967) e extensamente discutida por ANDERBERG (1973). Em síntese, a técnica consiste em, dado um conjunto de n objetos cada um mensurado em k variáveis diferentes, perguntar até que ponto existem grupos naturais entre os n objetos, grupos que são similares nos seus valores para as k variáveis utilizadas para descrevê-los. Teoricamente, um agrupamento ótimo dos objetos pode ser definido para cada número particular de grupos variando de 2 a $n-1$. Tal agrupamento ótimo deve maximizar a distância entre grupos e minimizar a distância dentro do grupo. WARD (1963) descreve um método geral de agrupamento hierárquico no qual as fusões de objetos a cada estágio são escolhidas de modo a maximizar uma função que reflete o objetivo do pesquisador, em uma instância particular e ilustrou seu método com uma função objetiva da soma dos quadrados do erro, implementado pela atualização da matriz dos quadrados das distâncias euclidianas entre os grupos centroídes.

3 METODOLOGIA

O estudo do bioma floresta como um sistema aberto que troca matéria com o meio compreende duas questões. A primeira é a estática, isto é, a conservação do sistema em um estado independentemente do tempo. A segunda é a dinâmica, isto é, as variações do sistema no tempo. Os sistemas fechados têm que atingir um estado de equilíbrio químico e termodinâmico independente do tempo, ao contrário dos sistemas abertos que podem alcançar, em certas condições, um determinado estado independente do tempo, estado esse denominado de estável ou, no termo introduzido por BERTALANFFY (1975), "*fliessgleichgewicht*". No estado estável a composição do sistema permanece constante apesar da contínua troca de componentes. Os estados estáveis são eqüifinais, isto é, o mesmo estado independente do tempo pode ser alcançado partindo de diversas condições iniciais e por diferentes caminhos, em completo contraste com os sistemas físicos convencionais onde o estado de equilíbrio é determinado pelas condições iniciais. O que se pretendeu com o presente sistema computacional foi modelar o mundo real representado pela floresta natural, com seus componentes e relações, a partir da abstração do componente árvore, que passa a ser uma entidade com atributos possuidores de uma ordem hierárquica, tendo como base inicial a elaboração de um banco de dados.

3.1 BASE DE DADOS

Os dados usados para desenvolvimento e teste do sistema são oriundos de parcelas permanentes de inventário florestal integrantes do "Programa Ecológico de Longa Duração" (PELD) localizadas na Estação Experimental de São João do Triunfo, da Universidade Federal do Paraná. A área de 32 ha da estação está localizada no município de São João do Triunfo, região Centro Sul do Estado do Paraná, a 780 m de altitude, 25°34'18" de latitude S e 50°05' 56" de longitude W (Figura 2).



FIGURA 2 - Localização da Estação Experimental de São João do Triunfo, Curitiba, PR, 2002

A vegetação da área é a Floresta Ombrófila Mista Montana, de 400 até 1000 m de altitude, ou Floresta com Araucária (IBGE, 1990). A área florestal da estação foi dividida em parcelas de 100 x 100 m. Os dados são coletados anualmente em quatro parcelas (parcelas 02, 7, 18 e 27), localizadas na área da estação experimental como mostra a Figura 3. Cada parcela é dividida em sub-parcelas de 10 x 10 m, onde todas as árvores com diâmetro à altura do peito (DAP) igual ou superior a 10 cm são medidas com fita métrica ou trena. Cada árvore recebe um número único, sendo que as árvores ingressas no ano de medição recebem um número incrementado de 1000 unidades em relação ao ano anterior para diferenciar o ano da medição. As medições usadas no sistema são às referentes aos anos de 1995 a 2001.

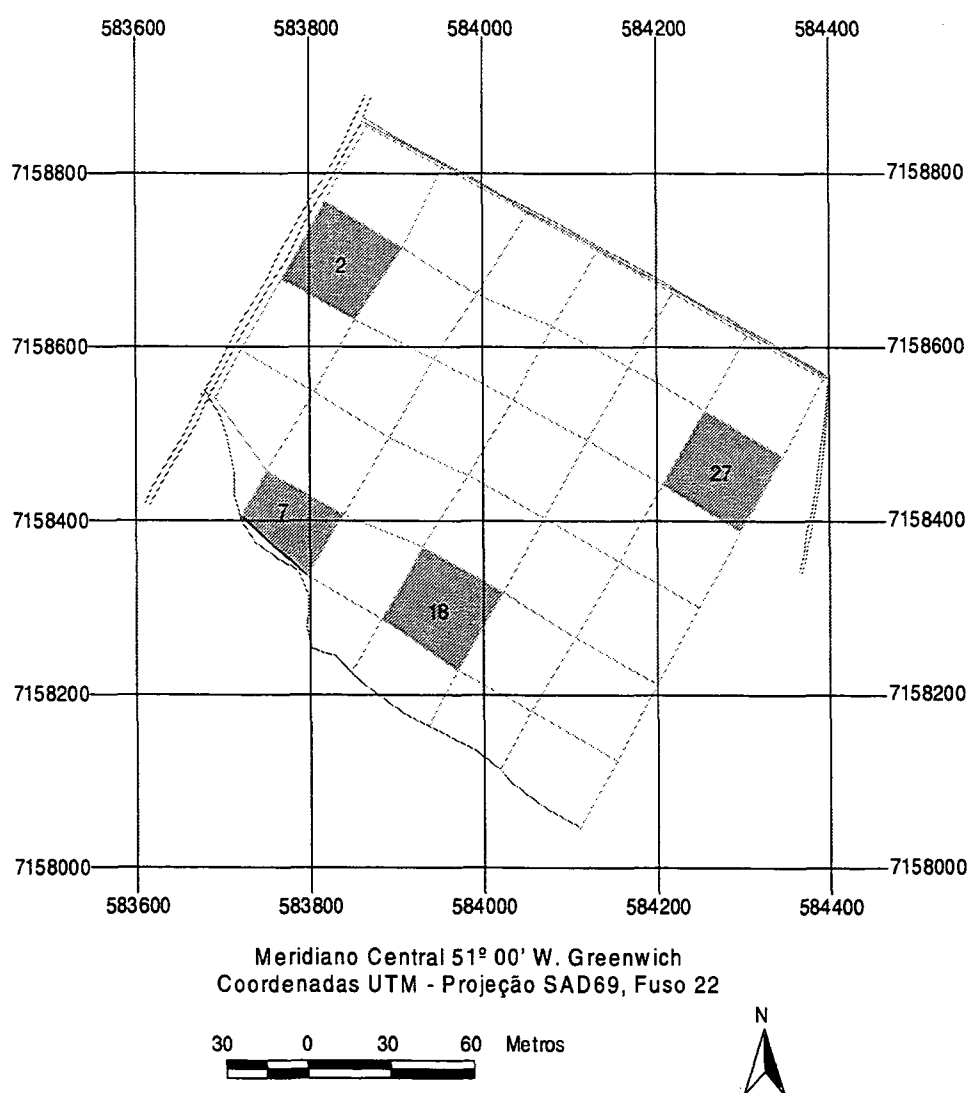


FIGURA 3 - Localização das parcelas na área florestal da Estação Experimental de São João do Triunfo, Curitiba, PR, 2002

3.2 LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO UTILIZADA

A linguagem de programação utilizada foi a MICROSOFT VISUAL BASIC 6.0 ®. A escolha desta linguagem dependeu, como preconiza ALDER (1995), basicamente dos padrões existentes e das preferências do usuário.

A linguagem VISUAL BASIC contempla as características padrões existentes na grande maioria das linguagens de banco de dados existentes no mercado e possui, segundo FOXALL (2000), a maior base de usuários de linguagens de desenvolvimento no mundo, com uma estimativa aproximada de três milhões de usuários. Entre os fatores importantes na escolha da linguagem utilizada estão o volume e a velocidade que devem ser tratados os dados pelo produto criado, além do fato que, para o desenvolvimento do sistema ela:

- a) possibilita a execução de operações padrão como formatação de telas, edição, listagem, verificação, criação e indexação de arquivos, ordenamento e agrupamento de arquivos de forma implícita, utilizando alto nível de otimização e funcionalidade;
- b) permite programação estruturada, levando a disciplina e o formalismo no desenvolvimento dos sistemas;
- c) possibilita facilidade de documentação, instalação e operação, permitindo o uso de padronização de procedimentos;
- d) é uma linguagem procedural que permite compilação completa, cujo produto final é independente do pacote principal podendo ser executado em qualquer ambiente;
- e) permite o uso de matrizes multi-dimensionais, importante característica para o sistema elaborado;
- f) é compatível com outros sistemas e linguagens, simplificando treinamento e atualizações;
- e g) possui farta documentação e boa plataforma de utilização.

3.3 BANCO DE DADOS RELACIONAL NORMALIZADO

No sistema computacional elaborado foi utilizado um modelo de banco de dados relacional normalizado para armazenar os dados oriundos de medições de parcelas permanentes, composto pelas tabelas sumarizadas na Figura 4, cujas estruturas, relações, componentes principais, restrições e operações são nela especificados.

A tabela de espécies contém os dados relativos as espécies encontradas na área onde se localizam as parcelas permanentes de inventário florestal. Essa tabela deve ser criada caso não exista, ou atualizada, se determinada espécie não consta de seu conteúdo. A tabela de espécies apresenta relação direta, do tipo um para um, com a tabela das famílias e com a dos grupos ecológicos, pois para cada espécie cadastrada existe uma

família botânica específica correspondente, sendo os atributos código da família e grupo ecológico os índices primários que as relacionam. As descrições dos atributos componentes de cada uma das tabelas são apresentadas nos Quadros 1, 2 e 3, respectivamente.

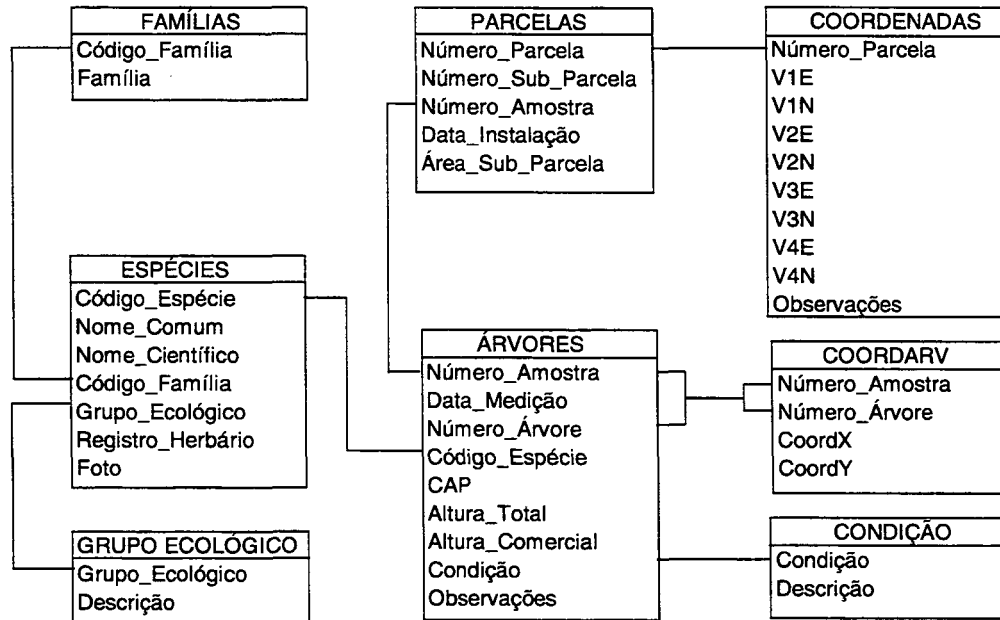


FIGURA 4 - Tabelas que compõem o banco de dados relacional para armazenamento dos dados provenientes de parcelas permanentes com as respectivas relações, Curitiba, PR, 2002

A tabela das parcelas contém os dados referentes a cada uma das parcelas permanentes já existentes ou a serem implementadas no sistema. Cada parcela é dividida em sub-parcelas. A união do código da parcela com o código da sub-parcela resulta no número da amostra, que será usado como índice primário e cuja relação com a tabela de árvores será de um para muitos, uma vez que cada amostra pode conter várias árvores. Esse índice é importante pois agrega árvores de uma mesma sub-parcela dentro de uma parcela e permite que diferentes medições da mesma parcela sejam agrupadas. Por meio do atributo número da amostra a tabela de parcelas se relaciona com a tabela de árvores e por meio do atributo número da parcela com a tabela de coordenadas referenciais das parcelas, se estas existirem. Os atributos referentes às tabelas de parcelas e coordenadas referenciais são apresentados nos quadros 4 e 5.

QUADRO 1 - Atributos componentes da tabela de espécies contendo o nome do campo, tipo, tamanho, uso e atributo a ser utilizado como índice primário, Curitiba, PR, 2002

Campo	Tipo	Tamanho	Uso
Código_Espécie	Auto Numeração	4	Código da espécie ¹
Nome_Comum	Texto	50	Nome comum da espécie
Nome_Científico	Texto	50	Nome científico da espécie
Código_Família	Numérico inteiro	4	Código da família da espécie
Grupo_Ecológico	Numérico inteiro	4	Código do grupo ecológico da espécie
Registro_Herbário	Texto	8	Número de registro no herbário
Foto	Lógico	1	Acusa presença de foto da espécie

¹ Índice primário

QUADRO 2 - Atributos componentes da tabela de famílias contendo o nome do campo, tipo, tamanho, uso e atributo a ser utilizado como índice primário, Curitiba, PR, 2002

Campo	Tipo	Tamanho	Uso
Código_Família	Numérico inteiro	4	Código da família ¹
Família	Texto	40	Descriminação da família

¹ Índice primário

QUADRO 3 - Atributos componentes da tabela de grupos ecológicos contendo o nome do campo, tipo, tamanho, uso e atributo a ser utilizado como índice primário, Curitiba, PR, 2002

Campo	Tipo	Tamanho	Uso
Grupo_Ecológico	Numérico inteiro	4	Código do grupo ecológico ¹
Descrição	Texto	40	Descriminação do grupo ecológico

¹ Índice primário

QUADRO 4 - Atributos componentes da tabela de parcelas contendo o nome do campo, tipo, tamanho, uso e atributo a ser utilizado como índice primário, Curitiba, PR, 2002

Campo	Tipo	Tamanho	Uso
Número_Parcela	Texto	7	Número da parcela no campo ¹
Número_Sub_Parcela	Texto	7	Número da sub parcela no campo
Número_Amostra	Texto	7	União da parcela e sub parcela
Data_Instalação	Data	8	Data de instalação da parcela
Área_Sub_Parcela	Texto	12	Área da sub parcela no campo

¹ Índice primário

QUADRO 5 - Atributos componentes da tabela de coordenadas referenciais contendo o nome do campo, tipo, tamanho, uso e atributo a ser utilizado como índice primário, Curitiba, PR, 2002

Campo	Tipo	Tamanho	Uso
Número_Parcela	Texto	7	Número da parcela no campo ¹
V1E	Numérico simples	8	Coordenada E do canto superior esquerdo
V1N	Numérico simples	8	Coordenada N do canto superior esquerdo
V2E	Numérico simples	8	Coordenada E do canto superior direito
V2N	Numérico simples	8	Coordenada N do canto superior direito
V3E	Numérico simples	8	Coordenada E do canto inferior direito
V3N	Numérico simples	8	Coordenada N do canto inferior direito
V4E	Numérico simples	8	Coordenada E do canto inferior esquerdo
V4N	Numérico simples	8	Coordenada N do canto inferior esquerdo
Observações	Texto	255	Observações pertinentes às parcelas

¹ Índice primário

A tabela relativa às árvores medidas contém os dados de cada árvore encontrada nas sub-parcelas, apresentando relação de um para um com a tabela de espécies, condição das árvores e posição de cada árvore na parcela, se houver, e de muitos para um com a tabela de parcelas. O atributo número da amostra será o índice primário da tabela de árvores, cujos atributos são apresentados no Quadro 6. Os atributos das tabelas de posição de cada árvore na parcela, representada pelas coordenadas X e Y em relação ao vértice inferior esquerdo da parcela e de condição das árvores, que se relacionam com a tabela de árvores, são apresentados nos Quadros 7 e 8, respectivamente.

QUADRO 6 - Atributos componentes da tabela de árvores contendo o nome do campo, tipo, tamanho, uso e atributo a ser utilizado como índice primário, Curitiba, PR, 2002

Campo	Tipo	Tamanho	Uso
Número_Amostra	Texto	7	União da parcela e sub parcela ¹
Data_Medição	Data	8	Data da medição da árvore
Número_Árvore	Texto	7	Número da árvore na sub parcela
Código_Espécie	Numérico inteiro	4	Código que identifica a espécie
CAP	Numérico simples	8	Circunferência medida à 1,30 m
Altura_Total	Numérico simples	8	Altura total da árvore
Altura_Comercial	Numérico simples	8	Altura à primeira bifurcação
Condição	Numérico inteiro	2	Código com a condição da árvore
Observações	Texto	255	Observações pertinentes

¹ Índice primário

QUADRO 7- Atributos componentes da tabela de localização das árvores na parcela contendo o nome do campo, tipo, tamanho, uso e atributo a ser utilizado como índice primário, Curitiba, PR, 2002

Campo	Tipo	Tamanho	Uso
Número_Amostra	Texto	7	União da parcela e sub parcela ¹
Número_Árvore	Texto	7	Número da árvore na sub parcela
CoordX	Texto	15	Posição da árvore em relação ao eixo X
CoordY	Texto	15	Posição da árvore em relação ao eixo Y

¹ Índice primário

QUADRO 8 - Atributos componentes da tabela de condição da árvore contendo o nome do campo, tipo, tamanho, uso e atributo a ser utilizado como índice primário.

Campo	Tipo	Tamanho	Uso
Código	Numérico inteiro	4	Código da condição da árvore ¹
Descrição	Texto	15	Descrição da condição da árvore

¹ Índice primário

O armazenamento dos dados nas tabelas é feito segundo uma ordem lógica. A primeira tabela a ser criada ou atualizada é a referente aos dados das parcelas. Os campos referentes ao código da parcela e das sub-parcelas são digitados e o sistema rejeita e emite mensagem caso os números digitados já existam. O número da amostra é único, é estabelecido pelo sistema e resulta do agrupamento do número da parcela ao número da sub-parcela. O campo contendo a data da instalação da parcela, que é obrigatório, e de suas coordenadas georeferenciadas em unidades "Universal Transverse Mercator" (U.T.M.), se existirem, também são digitadas. Campos para a área da amostra e observações sobre eventuais acontecimentos que tenham ocorrido com a sub parcela e que sejam relevantes na análise dos dados, também podem ser digitados.

A segunda tabela a ser alimentada com dados é das espécies. Cada nova espécie encontrada na medição das subparcelas, uma vez identificada botanicamente, deve ser cadastrada no banco de dados. O código correspondente à espécie é atribuído pelo sistema, obedecendo a segunda regra de normalização. A seguir os atributos referentes aos nomes comum e científico são digitados, sendo que a família e o grupo ecológico podem ser obtidos de uma lista fornecida pelo sistema. O número de registro no herbário onde foi armazenado o material utilizado para a identificação da espécie é digitado. Arquivos de fotos da espécie sendo cadastrada podem ser fornecidos, se estiverem disponíveis no momento da digitação dos dados, bastando que se marque o campo

respectivo na tela. O armazenamento das fotos é feito em arquivos cujos nomes são padronizados e formados pelas letras iniciais " ESP " seguidas do código da espécie, sempre com três dígitos e mais uma letra dentre as letras que vão de " a " a " f ". Desse modo a foto de uma espécie, cujo código na tabela de espécies é " 6 ", tem como nome de arquivo " ESP006a ".

A tabela a ser atualizada a seguir é a referente as árvores medidas. Os campos relativos ao número da parcela e da sub-parcela são digitados e o sistema se encarrega de criar o número da amostra correspondente. Os atributos data de medição, número da árvore, código da espécie, circunferência à altura do peito devem ser digitados. Os atributos relativos às alturas total e comercial e à localização da árvore na parcela são digitados, se existirem. O nome comum é fornecido pelo sistema em função do código da espécie e a condição da árvore é escolhida de uma lista fornecida pelo sistema no campo específico. Essa lista, apresentada no Quadro 9, indica a condição da árvore no momento de sua medição.

QUADRO 9 - Lista de códigos e descrição da condição das árvores no momento da coleta de dados, Curitiba, PR, 2002

Condição	Descrição
0	Viva
1	Morta
2	Ingressa
3	Bifurcada acima de 1,30 m
4	Bifurcada abaixo de 1,30 m

Um campo tipo texto é disponível para o armazenamento de observações relevantes relativas a árvore coletada no momento da medição.

As restrições e validações dependem de cada tabela sendo digitada. A tabela de parcelas terá os valores dos atributos número da parcela e número da sub parcela verificados quanto a sua existência na tabela de parcelas. O valor do atributo data da instalação deverá ser menor que a data da digitação dos dados.

A tabela de espécies apresenta a restrição de que determinado nome comum e nome científico só podem aparecer uma vez, ficando a cargo do usuário do sistema assegurar que os nomes comum e científico, a família e o grupo ecológico ao qual a árvore pertence foram selecionados e digitados corretamente. A lista de famílias é carregada a partir da tabela de famílias cadastradas no banco de dados. Os grupos ecológicos são

apresentados para a escolha do usuário e foram definidos, segundo GANDOLFI *et al.* (1995), como sendo pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e sem caracterização. Pioneiras são espécies claramente dependentes de luz, que não ocorrem no subosque, desenvolvendo-se em clareiras ou nas bordas da floresta. Secundárias iniciais são espécies que ocorrem em condições de sombreamento médio ou de luminosidade não muito intensa, ocorrendo em clareiras pequenas, bordas de clareiras grandes, borda de florestas ou no subosque não densamente sombreado. Secundárias tardias são espécies que se desenvolvem em condições de sombra leve ou densa, podendo aí permanecer toda a vida ou então crescer até alcançar o dossel, ou condição emergente. Sem caracterização são espécies que em função da carência de informações não puderam ser incluídas em nenhuma das categorias anteriores.

A tabela das medições individuais realizadas nas árvores existentes na amostra tem restrição no atributo número da amostra, que deverá existir na tabela de parcelas. O atributo data de medição deverá ter valor maior que a data da criação da parcela e menor ou igual a data em que os dados estão sendo digitados. O valor do atributo número da árvore deverá ser maior que o maior valor já existente para aquela amostra. O valor do atributo código da espécie deverá existir na tabela de espécies, enquanto que o valor do atributo CAP deve ser maior do que 31,4 cm. Os valores para altura comercial devem ser menores ou iguais aos valores da altura total, se existirem. Os valores dos atributos relativos à localização de cada árvore na parcela são digitados se existirem e se as parcelas possuem coordenadas georeferenciadas, as coordenadas X e Y da localização são convertidas.

A conversão das coordenadas X e Y de localização das árvores na parcela para coordenadas E e N é feita segundo uma transformação afim geral no plano, como usado por MITISHITA (1997). O procedimento possui seis parâmetros de transformação e requer três pontos observados, os quais fornecem um número de equações mínimo para a determinação dos parâmetros (solução única). A Figura 5 mostra a posição do ponto P no sistema de coordenadas arbitrárias locais e no sistema de coordenadas georeferenciadas.

Matematicamente o modelo afim geral no plano pode ser descrito por:

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E - E_0 \\ N - N_0 \end{bmatrix} \quad (42)$$

onde:

$[x \ y]$	coordenadas no referencial local;
$[E \ N]$	coordenadas no referencial U.T.M.; e
(a, b, c, d, E_0, N_0)	parâmetros envolvidos no modelo afim geral.

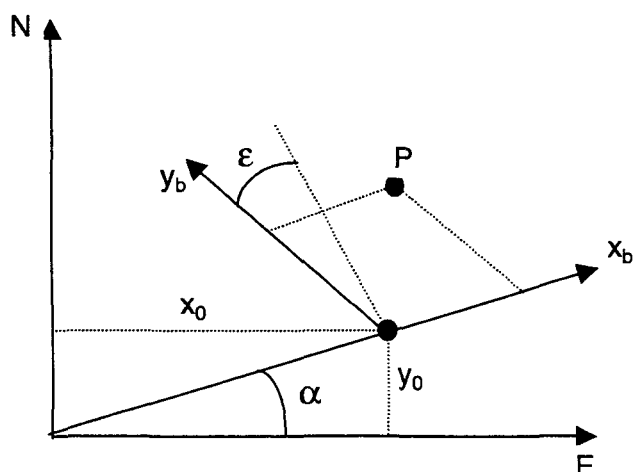


FIGURA 5 Transformação afim geral no plano, adaptado de ANDRADE (1998), Curitiba, PR, 2002

Utilizando-se da configuração de pontos obtida, pode-se determinar os parâmetros por meio da técnica de ajustamento pelo método dos mínimos quadrados. Considerando-se como observações somente as coordenadas das árvores no referencial local, pode-se matematicamente impor a condição:

$$L_a = F(X_a) \quad (43)$$

ou, as observações ajustadas podem ser expressas como uma função explícita dos parâmetros ajustados. Esta formulação resulta no seguinte modelo, após a linearização por Taylor:

$$V = A X + L \quad (44)$$

Conhecido como modelo linearizado do método paramétrico, tem em conjunto as seguintes fórmulas para cálculo dos parâmetros:

$$X = - (A^T P A)^{-1} A^T P L \quad (45)$$

$$X_a = X_0 + X \quad (46)$$

$$L = L_0 - L_b \quad (47)$$

$$L_0 = F(X_0) \quad (48)$$

onde:

L_b	vetor dos valores observados;
X_0	vetor dos parâmetros aproximados;
X	vetor das correções aos parâmetros aproximados;
X_a	vetor dos parâmetros ajustados;
A	matriz dos coeficientes das equações normais;
P	matriz dos pesos das observações; e
L_0	vetor dos valores calculados na função com valores aproximados.

As tabelas de espécies, parcelas e árvores componentes do banco de dados têm como operações padrão a possibilidade de inclusão, exclusão, edição, recuperação e busca de registros. A operação de inclusão permite a inclusão de um registro novo na tabela considerada, enquanto que as operações de apagar e recuperar permitem a eliminação e recuperação de um registro. A operação de busca procura determinado registro, enquanto a edição permite a modificação do registro existente encontrado, na tabela considerada.

3.4 ORGANIZAÇÃO DAS TABELAS DE DADOS

Os dados originais de cada período de medição relativa às parcelas permanentes são armazenados em tabelas separadas, com a identificação da tabela contendo a palavra " PARCELA " seguida de um número de dois dígitos e do ano da realização da medição. A medição da parcela número dois, feita em 1999, tem como nome de tabela " PARCELA021999 ". As tabelas são armazenadas em diretório próprio para dados originais de parcelas permanentes.

A forma de armazenamento dos dados é de um registro por árvore por ano de medição, sendo que o sistema fornece listagens padronizadas dos dados armazenados.

Quando duas ou mais tabelas são agrupadas para a determinação das diferentes variáveis utilizadas pelo sistema, todos os registros de uma mesma árvore em diferentes datas de medição se juntam, dado o tipo de indexação que tem esta tabela de trabalho. O código da espécie juntamente com número da árvore, número de parcela e da sub-parcela compõem o índice primário para o processamento dessa tabela, que é criado somente na memória durante o processamento dos dados, sendo que os registros permanecem fisicamente separados.

3.5 DESENVOLVIMENTO DO MODELO DE CRESCIMENTO PARA CLASSES DE POVOAMENTOS

A implementação do sistema foi feita obedecendo uma ordem lógica que permite a obtenção das variáveis e funções necessárias em cada passo do processo de modelagem. A Figura 6 apresenta, de forma genérica, as etapas realizadas no processo .

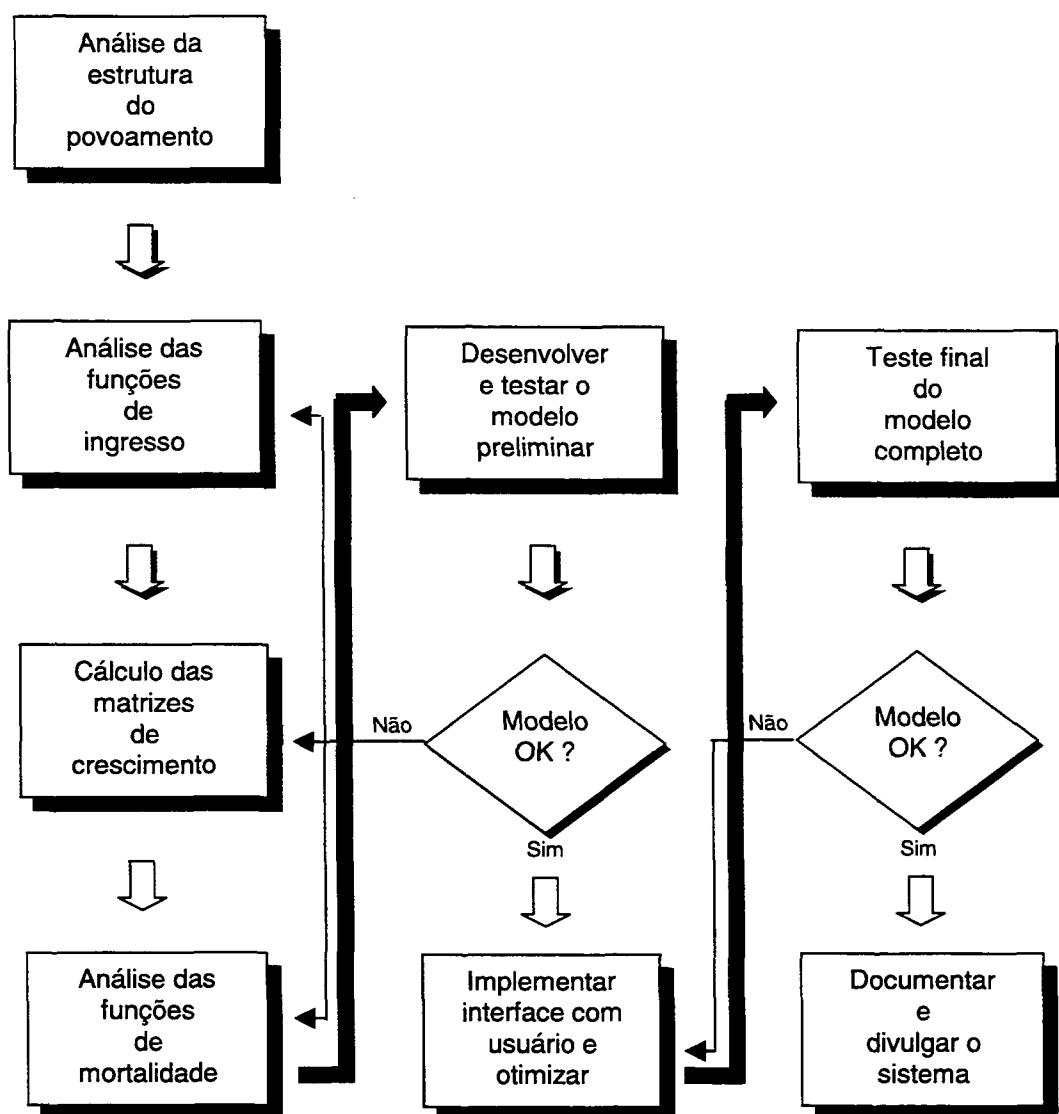


FIGURA 6 - Fluxograma das etapas de implantação do modelo de crescimento, adaptado de ALDER (1995), Curitiba, PR, 2002

Partindo das tabelas de dados de parcelas permanentes armazenados no banco de dados são geradas as estimativas dos parâmetros relativos à estrutura dimensional e horizontal das parcelas, segundo metodologia utilizada por DURIGAN (1999) e PIZATTO (1999). As estatísticas calculadas por parcela são obtidas para o ano de medição, sendo reportadas por classes de diâmetros, espécies e para o total da parcela.

Os processos dinâmicos têm as funções de ingresso, crescimento e mortalidade ajustadas com bases nas estatísticas geradas, permitindo que na etapa seguinte o modelo de crescimento forneça as estimativas das projeções desejadas.

Como etapa final, os métodos empregados para a obtenção das estimativas das projeções foram avaliados quanto à sua exatidão, por meio da comparação de dados observados com os valores estimados.

3.5.1 Análise da estrutura do povoamento

A determinação da estrutura horizontal implica na quantificação da participação de cada espécie em relação às outras e de sua distribuição espacial para o conjunto de parcelas permanentes utilizadas, por meio do cálculo da densidade, dominância, freqüência, valor de importância e valor de cobertura de cada espécie como proposto por LONGHI (1997). A definição e o algoritmo para obtenção de cada uma dessas estimativas foram descritos por DURIGAN (1999) como:

$$DA = n / \text{parcela} \quad (49)$$

$$DR = DA / N \times 100 \quad (50)$$

FA = % unidades em que ocorre dada espécie

$$FR = (FA / \Sigma FA) \times 100 \quad (51)$$

$$DoA = g \quad (52)$$

$$DoR = (DoR / G) \times 100 \quad (53)$$

$$VI = DR + FR + DoR \quad (54)$$

$$PI = (DR + FR + DoR) / 3 \quad (55)$$

$$VC = DR + DoR \quad (56)$$

$$PC = (DR + DoR) / 2 \quad (57)$$

onde:

DA	densidade absoluta = é o número de indivíduos de dada espécie por unidade de área;
DR	densidade relativa = é o número de indivíduos de dada espécie em relação ao número total de árvores encontradas por unidade de área;
FA	freqüência absoluta = é a percentagem de parcelas onde ocorre dada espécie;
FR	freqüência relativa = é a freqüência absoluta de dada espécie em relação à freqüência absoluta total;
Do	dominância absoluta = é a área basal da dada espécie por unidade de área;
DoR	dominância relativa = é a razão entre a dominância absoluta e a área basal total por unidade de área;
VI	é o índice valor de importância;
PI	é a percentagem de importância;
VC	é o índice valor de cobertura; e
PC	é a percentagem de cobertura.

A estrutura dimensional diamétrica é caracterizada pela obtenção da distribuição por classes de diâmetros das estatísticas número de árvores, diâmetro à altura do peito (DAP) mínimo, máximo e médio, desvio padrão do DAP e área basal. Os resultados obtidos são emitidos por classes de diâmetro, espécies e para o total das parcelas que compõem os dados referentes às parcelas permanentes utilizadas.

As estatísticas estimadas referentes aos parâmetros que descrevem a dinâmica da floresta são o incremento corrente anual em diâmetro médio em cm ano⁻¹ (ICA), o incremento em área basal médio em m².ano⁻¹ (IAB), o índice de sombreamento, "Índice G", que corresponde ao " *index of the shading effect* " definido por KOHYAMA (1991), e as estatísticas de ingresso e mortalidade no período. Os resultados obtidos são emitidos por classes de diâmetros, espécies e para o total das parcelas utilizadas.

A definição do número de classes de diâmetro foi feita utilizando a fórmula de Sturges, apresentada e discutida por ANGELINI e MILONE (1993):

$$\text{Nº de CLASSES} = 1 + 1,4427 \text{ LN}(N) \quad (58)$$

onde N é o número de observações disponíveis. O intervalo das classes de diâmetros utilizadas foram determinados de duas maneiras. Na primeira a amplitude das classes de diâmetro é fixa, cada classe possuindo um intervalo de 10 cm. Como alternativa para determinação da amplitude das classes de diâmetro foi utilizado o algoritmo proposto por HERING (1994) que utiliza amplitudes de classes variáveis. Esta opção visa uma melhor distribuição dos diâmetros ao longo das classes, o que afeta de forma direta a obtenção do número de árvores por classe de diâmetro, com implicações nas funções de mortalidade, estatísticas de ingresso e composição da matriz de transição.

O algoritmo proposto é o seguinte:

- a) divide-se o número total de árvores existentes na base de dados pelo número de classes a ser utilizado, obtendo desta forma o número médio de indivíduos por classe;
- b) ordenam-se os DAP em ordem crescente e inclui-se na última classe uma quantidade de árvores correspondente ao número médio de árvores por classe obtido no primeiro passo;
- c) divide-se a diferença entre o logaritmo natural do DAP da primeira árvore da última classe de diâmetro e o logaritmo natural do menor DAP encontrado pelo número de classes desejado menos uma unidade;
- d) adiciona-se o resultado da divisão ao logaritmo natural do menor DAP observado e obtém-se o limite superior da primeira classe de diâmetro pelo cálculo do anti-logaritmo deste valor; e
- e) iterativamente os demais limites são obtidos pela soma da quantidade obtida em c) aos logaritmos naturais dos limites superiores de cada classe de diâmetro com a posterior obtenção do anti-logaritmo correspondente.

O sistema possui um módulo que permite serem gerados gráficos das relações entre as várias variáveis obtidas. A verificação da suficiência amostral por sua vez é realizada por meio da confecção do gráfico que representa a relação espécies/área.

3.5.2 Agrupamento das espécies

O sistema possibilita que as espécies sejam agrupadas de três formas distintas: a) todas as espécies presentes nas parcelas utilizadas formam um grupo; b) as espécies serão agrupadas segundo critério subjetivo definido pelo usuário do sistema; e c) as espécies são agrupadas por classificação hierárquica, segundo o método de WARD (1963), com base nas variáveis incremento médio em diâmetro e diâmetro máximo observado por espécie, como utilizado por ALDER (1995) na Amazônia.

Na primeira opção o agrupamento é automático e realizado pelo sistema. Para a segunda opção o usuário define o grupo de espécies que deseja utilizar, escolhendo a partir de uma lista fornecida pelo sistema das espécies existentes no arquivo, quais formarão o grupo. A terceira opção é realizada segundo o algoritmo definido abaixo e representado no fluxograma apresentado na Figura 7, que resulta em múltiplos grupos que devem posteriormente ser definidos, do mesmo modo que o foram na segunda opção.

O algoritmo consiste em armazenar todos os incrementos médios em diâmetro e diâmetros máximos de cada espécie encontrada em uma matriz D, onde cada linha corresponde a uma espécie e cada uma das colunas corresponde às variáveis consideradas.

Os valores das variáveis podem ser padronizados para o valor z da distribuição de t, se o usuário desejar, para evitar a distorção causada pela magnitude da escala das variáveis. O próximo passo é converter o perfil de cada uma das N espécies, representado pelos valores das duas variáveis e armazenados como linhas da matriz D, em uma matriz de erros potenciais de agrupamento para as espécies. Um vetor que contém o número do grupo original a que cada espécie pertence e o número de espécies por grupo é inicializado.

A seguir a combinação de espécies que causa o menor aumento do erro é localizada entre as espécies ainda não agrupadas. O resultado dessa união é impresso e as necessárias atualizações nas matrizes e vetores são feitas. Se o número de grupos nesse estágio é menor que o número de espécies iniciais, o código original de cada espécie é impresso para cada grupo de espécies e o procedimento volta ao início do processo de agrupamento, enquanto houver espécies a serem agrupadas, até que se atinja um único

grupo, quando o erro terá então atingido seu valor máximo.

Em termos algébricos, o algoritmo pode ser implementado pela atualização da matriz do quadrado das distâncias euclidianas entre grupos centróides. Inicialmente as seguintes quantidades são definidas:

$$x_{ijk} \quad (59)$$

valor da variável i dentre n variáveis (no presente $n=2$), para a espécie j entre m_k espécies, no grupo k entre h grupos;

$$\bar{x}_{ijk} = \sum_{j=1}^{m_k} x_{ijk} / m_k \quad (60)$$

média da variável i para as espécies presentes no grupo k ;

$$E_k = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^{m_k} (x_{ijk} - \bar{x}_{ijk})^2 \quad (61)$$

soma dos quadrados do erro para o grupo de espécies k ; soma das distâncias euclidianas de cada espécie em relação à média do grupo k ; soma dos quadrados dos desvios em relação à média dentro de cada grupo;

$$E = \sum_{k=1}^{k=h} E_k \quad (62)$$

soma dos quadrados do erro total dentro dos grupos;

$$T_{ik} = \sum_{j=1}^{m_k} x_{ijk} = m_k \bar{x}_{ik} \quad (63)$$

total da variável i das espécies no grupo k ; e

$$S_k = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^{m_k} x_{ijk}^2 \quad (64)$$

soma dos quadrados dos valores da variável i das espécies no grupo k .

A soma dos quadrados do erro do grupo k é dada por:

$$E_k = S_k - \sum_{i=1}^2 T_{ik}^2 / m_k \quad (65)$$

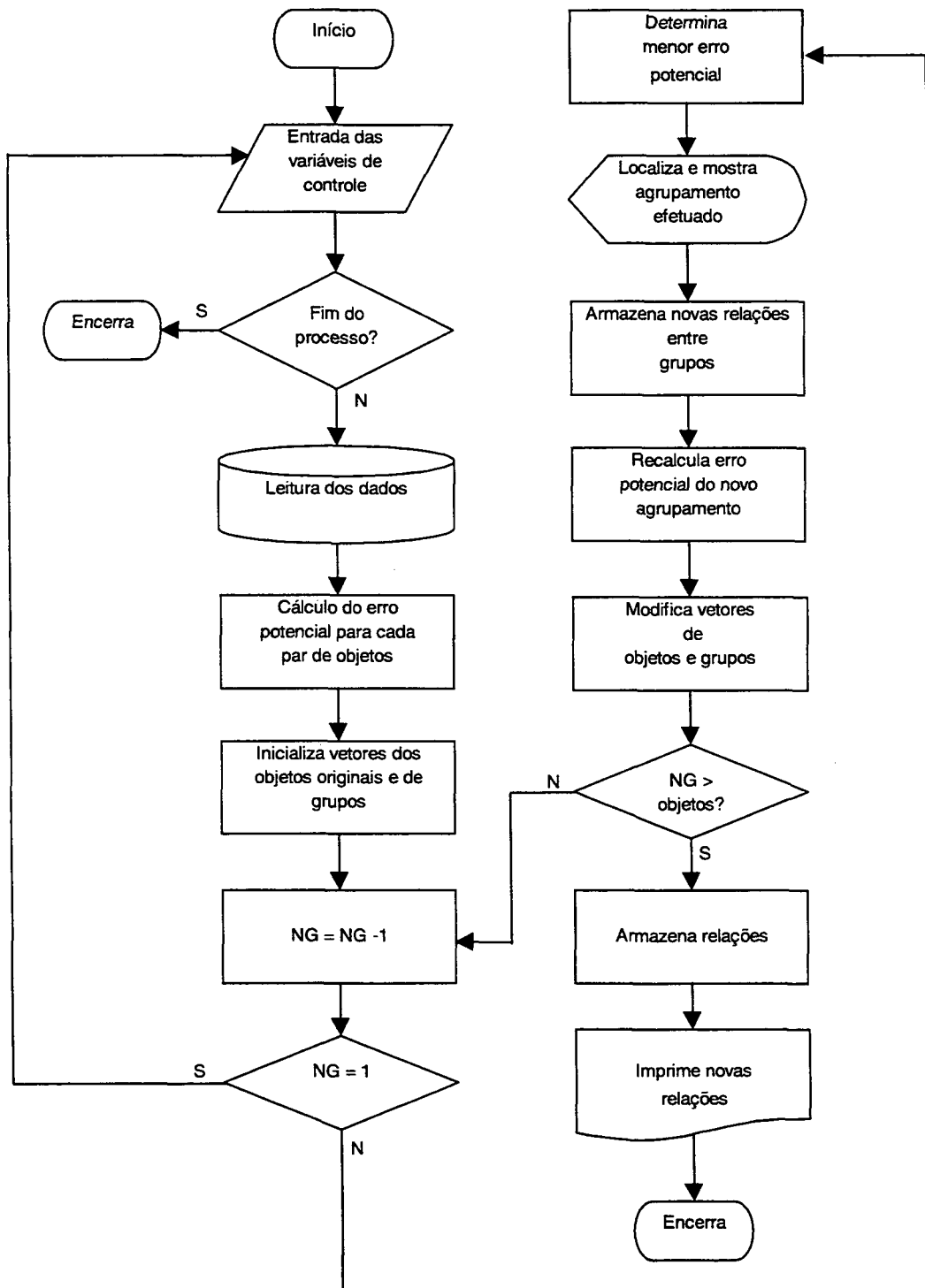


FIGURA 7 - Fluxograma do procedimento de agrupamento das espécies, adaptado de WARD (1963), Curitiba, PR, 2002

O aumento na soma de quadrados do erro total devido ao agrupamento das espécies p e q, formando um novo grupo t é:

$$\Delta E_{pq} = E_t - E_p - E_q \quad (66)$$

$$\Delta E_{pq} = S_t - \sum_{i=1}^2 T_{it}^2 / m_t - E_p - E_q \quad (67)$$

$$\Delta E_{pq} = S_p + S_q - \sum_{i=1}^2 (T_{ip} + T_{iq})^2 / (m_p + m_q) - E_p - E_q \quad (68)$$

onde:

$$m_t = m_p + m_q$$

$$S_t = S_p + S_q$$

$$T_{it} = T_{ip} + T_{iq}$$

Esta abordagem utilizando os totais reduz os erros de arredondamento, que podem ser significativos se o número de espécies e variáveis for muito grande.

3.5.3 Cálculo do ingresso

O cálculo do número de árvores que ingressam no povoamento é tratado pelo sistema por meio de duas abordagens distintas. Na primeira o ingresso é representado por um número fixo de árvores especificado pelo usuário e na segunda pelo número de árvores que atingiram diâmetro maior ou igual a 10 cm, ingressando dessa forma no processo no período considerado, de acordo com o encontrado para os dados utilizados para a simulação.

3.5.4 Cálculo das matrizes de crescimento

Para cada grupo de espécies ou para o conjunto total delas, uma matriz P de probabilidades de transição é aplicada a um vetor Y_t que contém o número de árvores vivas no tempo t de determinada espécie ou grupo de espécies, em cada classe de diâmetro. Adicionando-se o ingresso ao resultado gera-se uma tabela para o povoamento a it anos depois, onde it é o intervalo de tempo entre a primeira e a segunda medição das parcelas

permanentes:

$$Y_{t+it} = P_t \cdot y_t + I_t - M_t \quad (69)$$

onde:

$$P_t = \begin{bmatrix} a_{i,j} & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ b_{i,j} & a_{i+1,j} & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ c_{i,j} & b_{i+1,j} & a_{i+2,j} & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & c_{i+1,j} & b_{i+2,j} & a_{i+3,j} & \dots & 0 & 0 & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \dots & c_{n-2,j} & b_{n-1,j} & a_{n,j} \end{bmatrix}_t ; I_t = \begin{bmatrix} i_t \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} ; M_t = \begin{bmatrix} m_i \\ m_{i+1} \\ m_{i+2} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ m_{n-1} \\ m_n \end{bmatrix}$$

sendo:

- $a_{i,j}$ a probabilidade que a árvore sobreviva e permaneça na classe de diâmetro i durante o intervalo de tempo de t até $t +$ anos;
- $b_{i,j}$ a probabilidade que a árvore que estava na classe i sobreviva e progrida para a classe $i+1$ no intervalo de tempo t até $t +$ anos;
- $c_{i,j}$ a probabilidade que a árvore que estava na classe i sobreviva e progrida até a classe $i + 2$ no intervalo de tempo t até $t +$ anos; e
- I_t o ingresso na classe i no intervalo de tempo t até $t +$ anos.

Os valores de $a_{i,j}$, $b_{i,j}$ e $c_{i,j}$ serão calculados como:

$$P_{i,j} = \frac{n_{i,j}}{N_{i,j}} \quad (70)$$

onde:

- $P_{i,j}$ é a probabilidade de ocorrência de árvores na classe j , no tempo $(t + \text{anos})$, dado a classe i no tempo t ;
- $n_{i,j}$ é o número de árvores na classe i no tempo $(t + \text{anos})$, dado a classe i no tempo t ; e
- $N_{i,j}$ é o número total de árvores na classe i no tempo t .

A mortalidade M_i , para cada classe de diâmetro será estimada por uma função ajustada ou mantida em um valor fixo. O sistema fornece uma listagem da matriz de progressão e da

matriz de probabilidades calculada, para classes de diâmetros fixas e variáveis.

3.5.5 Funções de mortalidade

O cálculo do número de árvores mortas no período considerado, da mesma forma que o ingresso é tratado pelo sistema de três formas diferentes. Na primeira, a mortalidade é fixa e proporcional para cada classe de diâmetro e é especificada pelo usuário, enquanto que na segunda forma ela é intrínseca ao modelo e calculada como:

$$M = 1 - a_i - b_i - c_i - \dots - n_i \quad (71)$$

onde a_i é a proporção de árvores que permaneceram na primeira classe e b_i , c_i , n_i as proporções de árvores que mudaram uma, duas ou mais classes de diâmetro, todas durante o período considerado. A terceira forma de tratar a mortalidade das árvores pelo modelo é obter uma estimativa de seu valor pela função exponencial negativa:

$$M_{(t,x)} = b_0 \cdot e^{(-b_1/x)} \quad (72)$$

onde:

$M_{(t,x)}$	é a mortalidade da classe de diâmetro x no tempo t ;
b_0 , b_1	são coeficientes; e
x	é o tamanho da árvore representado pelo ponto médio da classe de diâmetro.

Tendo determinado os valores de mortalidade por classes de diâmetro, o modelo é ajustado pelo sistema, utilizando como variável independente ou explicativa, o ponto médio da classe de diâmetro considerada. O sistema fornece para a equação de regressão ajustada, após solução do sistema de equações simultâneas pelo método dos mínimos quadrados, as estatísticas coeficiente de determinação, coeficiente de correlação, erro padrão da estimativa, erro padrão da estimativa em porcentagem e um gráfico apresentando a equação ajustada e os valores observados.

3.5.6 Prognoses realizadas

Tendo sido calculadas as matrizes de transição, o sistema projeta o número de árvores, o volume de fuste, o peso verde da biomassa do fuste e a quantidade de carbono armazenada no fuste, por classes de diâmetros fixas e variáveis, para o período especificado. O número de árvores é calculado multiplicando-se a matriz de transição encontrada pelo vetor inicial determinado, somando-se a seguir o ingresso ocorrido no período considerado.

O volume do tronco é estimado pela integração parcial da função polinomial de afilamento de quinto grau que possui seguinte forma:

$$y = b_0 + b_1x + b_2x^2 + b_3x^3 + b_4x^4 + b_5x^5 \quad (73)$$

onde :

- $y = d_i/\text{DAP}$;
- $x = h_i/h_t$ ou $x = h_i/h_c$ dependendo da espécie;
- $h_i =$ altura parcial do fuste;
- $h_t =$ altura total da árvore;
- $h_c =$ altura comercial da árvore;
- DAP = diâmetro à altura do peito; e
- $d_i =$ diâmetro parcial do fuste.

A altura comercial é estimada pela equação:

$$h_c = b_0 + b_1 \ln(\text{DAP}) \quad (74)$$

Tendo estimado as alturas a partir do ponto médio de cada classe de diâmetro, o sistema estima o volume para cada classe de diâmetro e obtém o volume final multiplicando o volume estimado da classe respectiva pelo número de árvores projetadas.

O peso de biomassa verde de fuste é estimado a partir de uma equação ajustada cujo modelo foi proposto por SANQUETTA *et al.* (2001) e que é:

$$\text{PV} = b_0 \cdot \text{DAP}^{b_1} \cdot h_c^{b_2} \quad (75)$$

onde:

- PV = peso verde em kg;
- DAP = diâmetro a 1,30m do solo;
- $h_c =$ altura comercial estimada; e

b_0, b_1 e b_2 = coeficientes da equação.

A quantidade de carbono armazenada é calculada multiplicando-se o peso verde do tronco por uma constante determinada por espécie que representa a quantidade de carbono armazenada nessa parte da árvore.

Os resultados são reportados por classes de diâmetros fixas e variáveis, por período de tempo especificado. Esse período depende do número de anos utilizados para a obtenção da matriz de transição. Desse modo, se a matriz de transição levou em consideração um período de três anos e se deseja projeções para trinta anos, o sistema fornecerá estimativas para dez períodos de três anos cada.

3.5.7 Validação do sistema

O sistema proposto é testado quanto a sua exatidão pela comparação dos valores observados e estimados, em diferentes anos de medição e para diferentes períodos de transição, de acordo com o que permitem os dados disponíveis. O valor de Qui-Quadrado (χ^2) para o teste da hipótese de que as freqüências estimadas não diferem estatisticamente das freqüências observadas é calculado como preconiza STEEL e TORRIE (1980) pela fórmula:

$$\chi^2 = \sum \frac{(f_{\text{esp}} - f_{\text{obs}})^2}{f_{\text{esp}}} \quad (76)$$

onde:

f_{esp}	freqüência esperada; e
f_{obs}	freqüência observada.

4 RESULTADOS

Um modelo é uma abstração, ou representação simplificada, de algum aspecto da realidade, assim, um modelo de crescimento florestal é uma abstração da dinâmica natural de uma floresta. O uso comum do termo “modelo de crescimento de um povoamento” geralmente refere-se a um conjunto de equações que podem prever crescimento e produção de uma floresta sob uma variedade de condições. Para tanto, um modelo de crescimento pode conter uma série de equações matemáticas, valores numéricos agregados a essas equações, a lógica necessária para unir as equações de modo que tenham significado e a implementação do modelo em linguagem de computação. O resultado da implementação em linguagem computacional de um modelo de crescimento para florestas naturais utilizando o método de matrizes de transição é o **Sistema Computacional de Dinâmica para Florestas Naturais (SCDFN)** doravante descrito e detalhado.

O sistema é composto de oito funções que compreendem os procedimentos relativos à operação do banco de dados para inventários florestais de parcelas permanentes de florestas naturais, para os cálculos que descrevem a estrutura horizontal, as estatísticas das parcelas, a dinâmica, o agrupamento de espécies, a prognose e a apresentação gráfica ou impressa dos resultados obtidos. Essas funções podem ser acessadas pelo menu ou pela barra menu, ambas desempenhando as mesmas funções, a exceção de encerrar o programa que só poder ser feita pelo menu por uma restrição da linguagem. A tela principal do sistema é apresentada na Figura 8.

4.1 OBTENÇÃO DAS ESTIMATIVAS

As estimativas das alturas comerciais das árvores como função do ponto médio da classe de diâmetro (PMCD) foram obtidas pelo uso das equações apresentadas a seguir e desenvolvidas para a área abrangida pelo programa PELD.



FIGURA 8 – Tela principal do sistema apresentando o menu e a barra menu na parte superior, a descrição das funções e a barra de tarefas na parte inferior, Curitiba, PR, 2002

Para a araucária foi usada a equação:

$$h_c = -29,256 + 12,358 \ln(\text{PMCD}) \quad (77)$$

e para as demais espécies folhosas a equação:

$$h_c = 3,834 + 0,670 \ln(\text{PMCD}) \quad (78)$$

As estimativas dos volumes de tronco foram obtidas por meio da integração das funções de afilamento, representadas por um polinômio de 5º grau ajustadas para a área com altura do toco de 0,20 m, altura comercial estimada pelo PMCD e que são para a araucária:

$$y = 1,2176 - 3,8008 x + 17,3670 x^2 - 44,6880 x^3 + 54,5590 x^4 - 24,7000 x^5 \quad (79)$$

e para as demais espécies folhosas:

$$y = 1,2000 - 1,5093 x + 3,1739 x^2 - 0,5433 x^3 - 8,9023 x^4 + 4,8832 x^5 \quad (80)$$

As estimativas do peso verde dos fustes e do estoque de carbono armazenado foram calculadas em função da altura comercial estimada e do PMCD por equações ajustadas com base em 139 árvores de espécies folhosas e 15 exemplares de araucária, representativas da Floresta Ombrófila Mista, cujos pesos de biomassa verde de fuste e teores de carbono foram determinados como parte das atividades do programa PELD desenvolvido na área. As equações resultantes foram para a araucária:

$$PV = 0,1099 \cdot PMCD^{2,0261} \cdot h_c^{0,7512} \quad (81)$$

e para as demais folhosas:

$$PV = 0,2339 \cdot PMCD^{1,8656} \cdot h_c^{0,5258} \quad (82)$$

O teor médio de carbono no tronco encontrado para a araucária foi de 0,1817 enquanto que para as espécies folhosas foi de 0,2006.

4.2 PROCEDIMENTOS PADRÃO

Alguns procedimentos do sistema são padrão, aparecendo da mesma forma em diferentes ocasiões. Quando se solicita imprimir uma listagem que envolva a descrição dos resultados por espécies, o sistema apresenta três opções de saída: por ordem alfabética de nome comum, de nome científico ou de família (Figura 9).

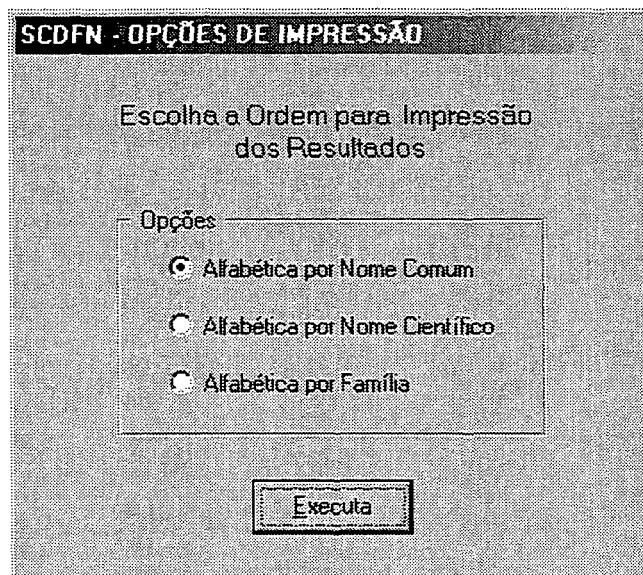


FIGURA 9 – Opções de ordem de impressão oferecidas ao usuário para listagem de relatórios, Curitiba, PR, 2002

Quando as listagens envolvem a apresentação de resultados por classes de diâmetros, o sistema solicita do usuário a escolha entre saídas por classes de diâmetros fixas ou variáveis (Figura 10).

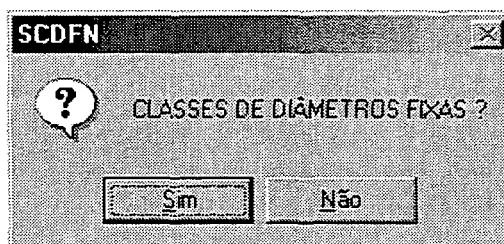


FIGURA 10 – Opções de classes de diâmetro, fixas ou variáveis, oferecidas ao usuário, Curitiba, PR, 2002

Toda vez que um procedimento é completado, aparece no lado esquerdo de sua descrição, na tela principal, uma marca de verificação em vermelho. Quando se passa com o mouse sobre o texto correspondente ao procedimento feito aparece o nome do arquivo utilizado, como pode ser observado na Figura 8.

Ao se iniciar o programa somente a opção para abertura do banco de dados está habilitada. A razão para isso é forçar o usuário a seguir as etapas lógicas do processo de modelagem, gerando os valores necessários para etapas posteriores, ao mesmo tempo em que é assegurada a integridade do sistema. A medida que cada etapa é executada as demais opções tornam-se habilitadas e disponíveis para o usuário e aparecem as marcas de verificação vermelhas ao lado do procedimento executado. Cada etapa sendo processada é indicada na tela principal do sistema por meio da barra de tarefas localizada no lado inferior esquerdo da tela.

Os relatórios e gráficos gerados podem ser analisados na tela e impressos, se desejado. Cada relatório apresenta um título identificando o sistema, o número da página, o número total de páginas do relatório e a data em que foi gerado.

4.3 BANCO DE DADOS

O primeiro procedimento executado quando da operação do sistema é a abertura do banco de dados a ser utilizado para a modelagem. Ao escolher essa opção o usuário pode optar entre utilizar um banco de dados já existente ou abrir um banco de dados novo. A opção pela abertura de um banco de dados existente tem a tela que é apresentada na Figura 11. Após a escolha do nome do banco de dados a ser aberto uma mensagem confirmando o nome escolhido é apresentada (Figura 12). O sistema, a seguir, verifica a existência, no banco de dados aberto, das tabelas de Espécies, de Parcelas e de Famílias, emitindo as mensagens apresentadas nas Figuras 13, 14 e 15, caso essas tabelas não estejam presentes no banco de dados.

Se o usuário optar pela abertura de um banco de dados novo, o sistema apresenta a tela da Figura 16, onde é solicitado que o nome do banco de dados a ser criado seja especificado. Após a escolha o sistema emite mensagem confirmando o nome especificado (Figura 17), verifica se o nome especificado já existe e, em caso positivo, emite mensagem (Figura 18).

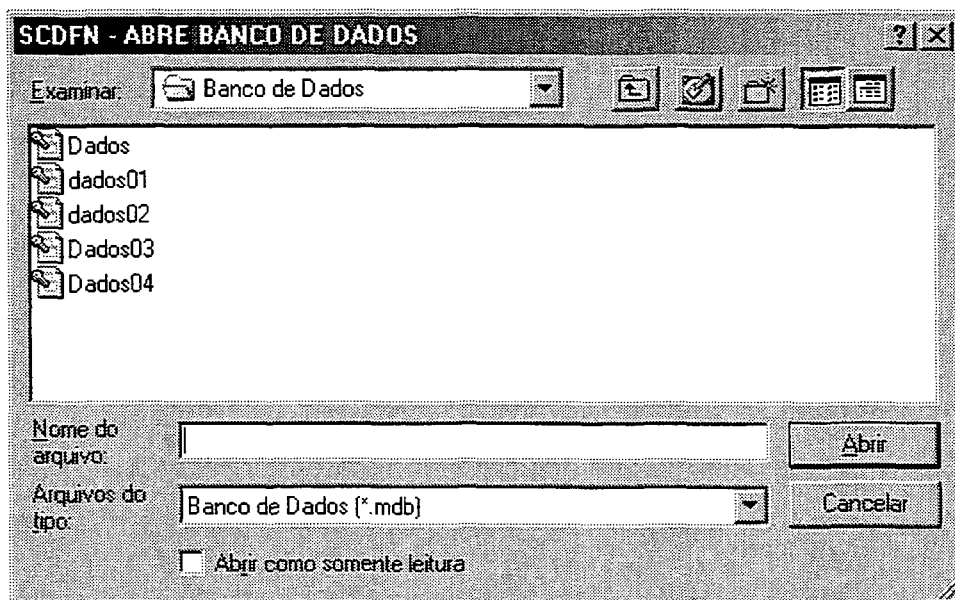


FIGURA 11 – Abertura de banco de dados existente, Curitiba, PR, 2002

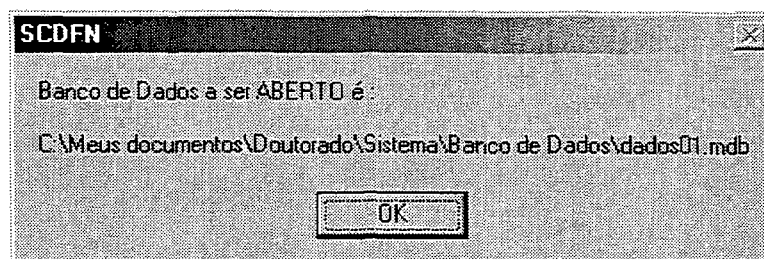


FIGURA 12 – Mensagem emitida quando da abertura do banco de dados a ser utilizado, Curitiba, PR, 2002

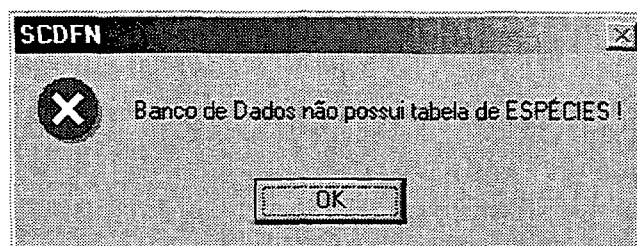


FIGURA 13 - Mensagem acusando falta da tabela de espécies no banco de dados, Curitiba, PR, 2002

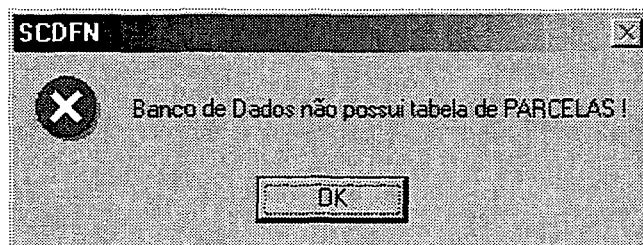


FIGURA 14 Mensagem acusando falta da tabela de parcelas no banco de dados, Curitiba, PR, 2002

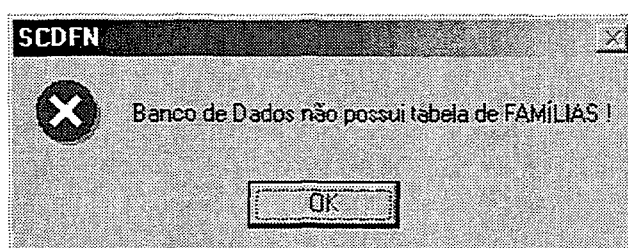


FIGURA 15 Mensagem acusando falta da tabela de famílias no banco de dados, Curitiba, PR, 2002

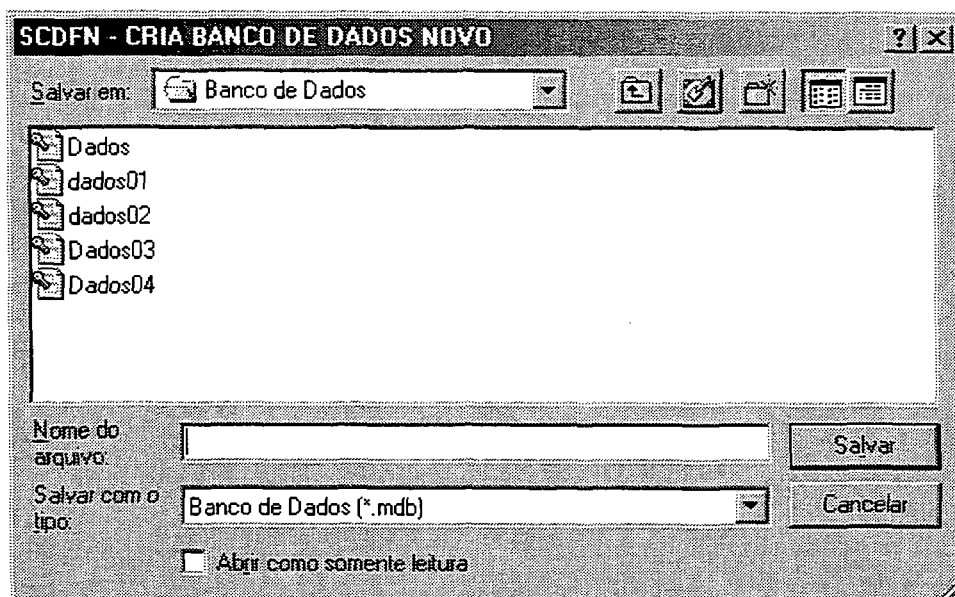


FIGURA 16 – Tela para a criação de um banco de dados novo, Curitiba, PR, 2002

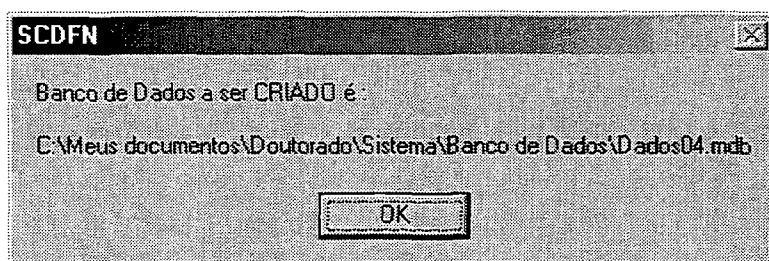


FIGURA 17 – Mensagem emitida quando da criação de banco de dados novo, Curitiba, PR, 2002

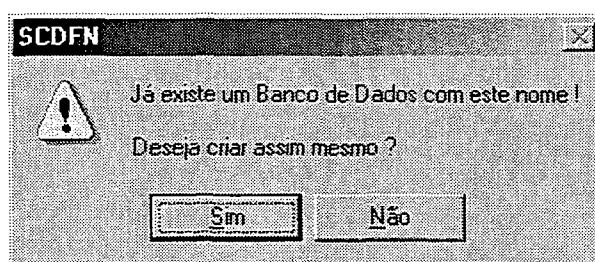


FIGURA 18 – Mensagem emitida quando o nome especificado para o banco de dados novo já existe, Curitiba, PR, 2002

A criação de um banco de dados novo implica na cópia de todas as tabelas, com as respectivas estruturas de um banco de dados mestre, sob nova denominação, tendo o usuário a opção de manter ou não a tabela de espécies existente no banco de dados original. Se a operação de abertura do banco de dados foi realizada com sucesso a mensagem mostrada na Figura 19 é apresentada.

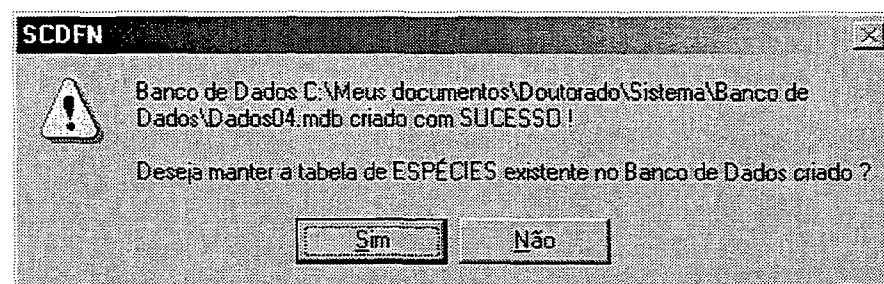


FIGURA 19 – Mensagem emitida quando a criação do banco de dados foi realizada com sucesso, Curitiba, PR, 2002

Tendo sido aberto ou criado o banco de dados com o qual os demais procedimentos serão executados, o sistema habilita os procedimentos de manipulação do mesmo representados pelas opções de menu e barra menu “Espécies”, “Parcelas” e “Árvores”. A edição das tabelas de espécies, parcelas e árvores por amostra é feita por meio de um conjunto de funções comuns presentes nas telas referentes a cada tabela. Essas funções aparecem na parte inferior da tela, sendo composta por 12 teclas, conforme mostra a Figura 20. Essas teclas permitem que se adicione um novo registro no banco de dados (Novo), que se grave um registro novo ou uma alteração feita em qualquer campo (Grava), que se cancele qualquer operação em curso (Cancela), que se edite um registro existente (Edita), que se elimine um registro (Apaga) ou que se localize determinado registro por meio de um atributo de acesso (Procura). Também é possível se movimentar na tabela sendo editada por meio das teclas : “|<<” que posiciona no primeiro registro existente; “<<” que retrocede ao registro anterior; “>>” que avança para o próximo registro; e “>>|” que posiciona no último registro existente. Um campo texto informa a posição do registro atual em relação ao número total de registros da tabela. Quando a opção de se apagar um registro é acionada o sistema emite uma mensagem de confirmação como mostra a Figura 21. Uma tecla permite o encerramento da edição e conseqüente retorno à tela principal (RETORNA).

4.4 TABELA DE ESPÉCIES

A opção “Espécies” permite ao usuário duas ações: editar a tabela de espécies ou emitir uma listagem das espécies existentes na ordem desejada. Se a opção escolhida for edição a tela apresentada na Figura 20 torna-se ativa permitindo ao usuário exercer as opções descritas nos procedimentos comuns às tabelas do banco de dados.

O atributo código da espécie é do tipo auto-incremento, o que implica na impossibilidade de sua edição e razão pela qual o campo código da espécie aparece com fundo cinza. A tecla “Apaga” também não é habilitada na edição da tabela de espécies. A razão para tais procedimentos é assegurar que o mesmo código da espécie não seja usado para duas espécies diferentes, que uma mesma espécie não tenha mais de um código ou que uma árvore presente na tabela de árvores por amostra tenha seu código de espécie eliminado da tabela de espécies. Quando o mouse passa em cima da foto da espécie mostrada aparece a mensagem “Clique para ver detalhes morfológicos”, como pode ser observado na Figura 20. Se o usuário pressionar o botão do mouse sobre a foto que aparece na tela mostrada na Figura 20 a tela da Figura 22 é apresentada mostrando fotos

da árvore adulta, da flor ou inflorescência, do fruto, das sementes, do tronco e de um corte anatômico da madeira.

FIGURA 20 – Tela de edição da tabela de espécies, mostrando na parte inferior as funções comuns às telas de edição, Curitiba, PR, 2002

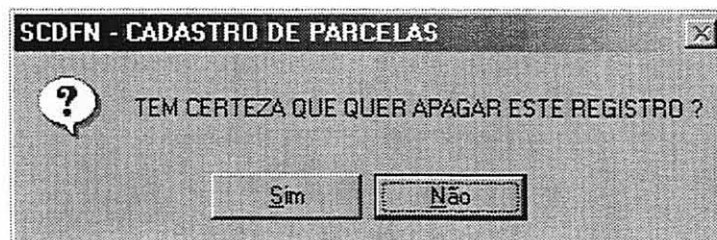


FIGURA 21 – Mensagem emitida quando se apaga um registro, Curitiba, PR, 2002

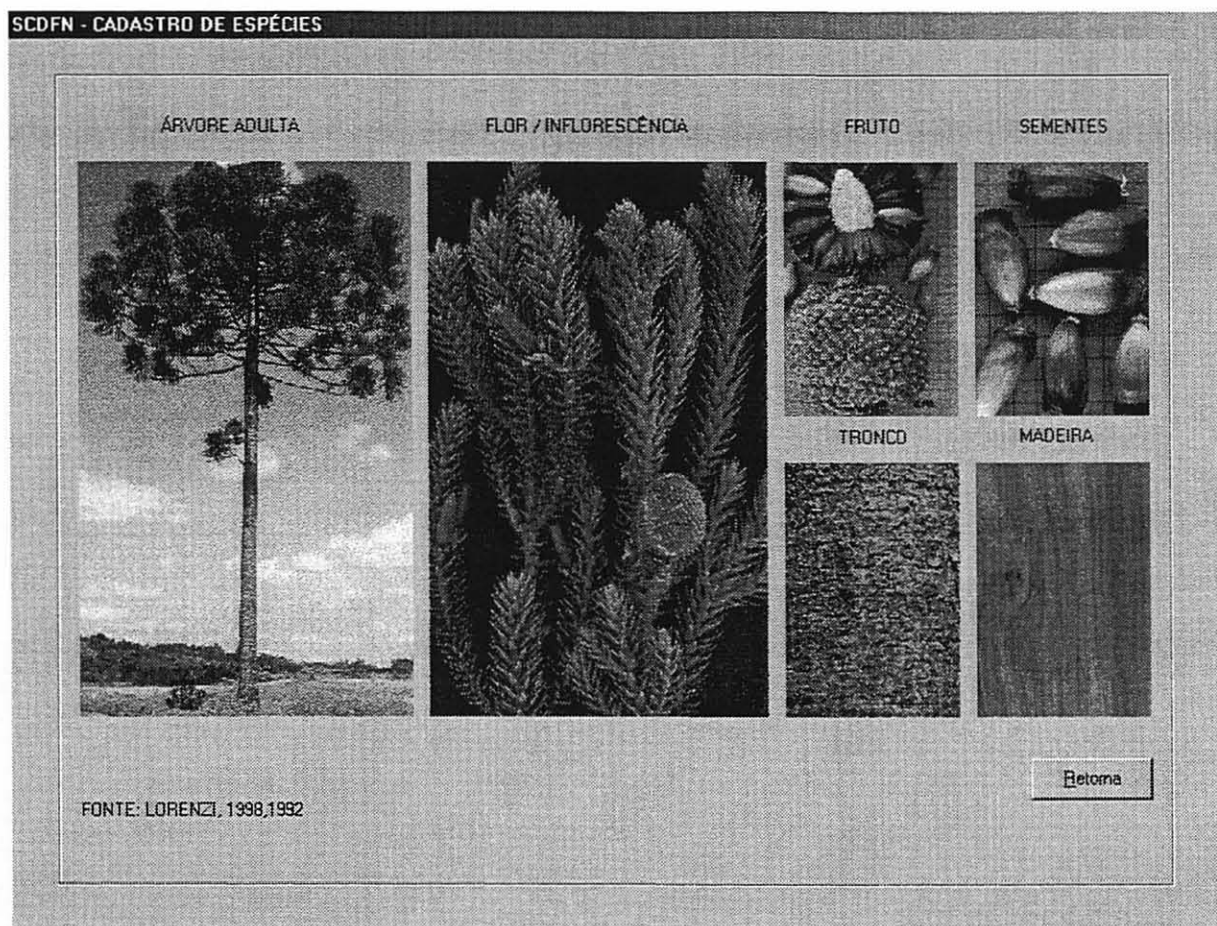


FIGURA 22 - Tela mostrando detalhes morfológicos da espécie cadastrada, Curitiba, PR, 2002

As teclas “Novo” e “Edita” quando acionadas passam a ter fundo amarelo nos atributos que podem sofrer edição (Figura 23). A procura de determinada espécie é acionada pela tecla “Procura” e pode ser feita por meio do nome comum ou do nome científico da espécie (Figura 24). Quando a espécie é encontrada o sistema mostra a tela de edição com o registro procurado e em caso da espécie não ser encontrada uma mensagem indicando que ela não foi encontrada é mostrada (Figura 25).

Os procedimentos de inclusão de um novo registro (Novo) e edição de um registro existente (Edita) têm o nome comum e o nome científico da espécie sendo cadastrada verificados quanto a sua existência na tabela de espécies. Se uma espécie com mesmo nome comum ou mesmo nome científico já existe no banco de dados uma mensagem é emitida para cada caso, o procedimento é cancelado e a tabela é posicionada no mesmo registro onde se encontrava antes da tentativa de inclusão ou modificação. As mensagens

emitidas informando o usuário da existência do nome comum ou do nome científico são apresentadas nas Figuras 26 e 27.

SCDFN - CADASTRO DE ESPÉCIES

CÓDIGO DA ESPÉCIE
6

NOME COMUM
Araucária

NOME CIENTÍFICO
Araucaria angustifolia

FAMÍLIA
ARAUCARIACEAE

REGISTRO NO HERBÁRIO

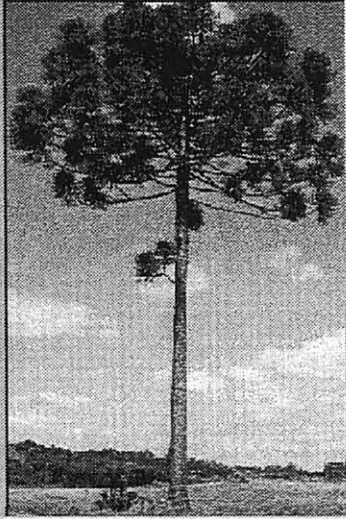
GRUPO ECOLÓGICO
3 - Secundária Tardia

Possui foto?

1 - Pioneira
2 - Secundária Inicial
3 - Secundária Tardia
4 - Pioneira / Sec. Inicial
5 - Pioneira / Sec. Tardia
6 - Sec. Inicial / Sec. Tardia
7 - Pioneira / Sec. Inicial / Sec. Tardia
8 - Espécie Exótica

Novo Grava Cancela Editar EDIÇÃO Excluir RETORNA

← → >> >>> EDITANDO

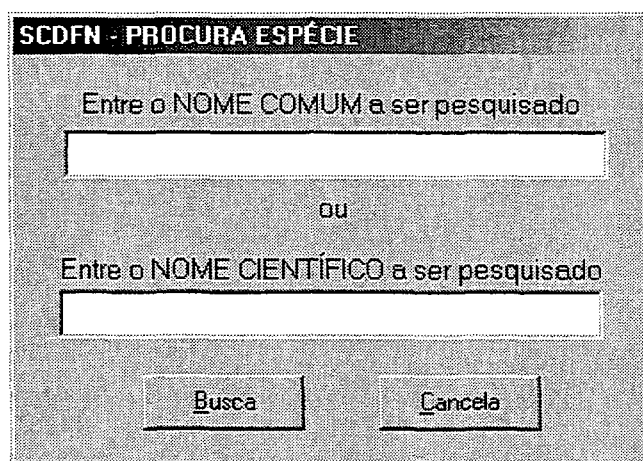


FONTE: LORENZI, 1993,1992

FIGURA 23 – Tela de edição da tabela de espécies sob a condição de introdução de registro novo ou edição de registro existente, Curitiba, PR, 2002

Os atributos família e grupo ecológico ao qual a espécie pertence são escolhidos pelo usuário de listas apresentadas quando se pressiona com o mouse a seta existente no lado direito do campo grupo ecológico (Figura 23) e família (Figura 28). Os atributos número de registro no herbário e se a espécie possui fotos são digitados pelo usuário caso existam. Na barra de tarefas na parte inferior da tela (Figura 28) aparece a palavra “EDITANDO” que informa o procedimento sendo realizado e em azul a posição relativa do registro sendo editado ou acrescentado. Quando a segunda opção do menu “Espécies” é escolhida uma listagem das espécies existentes na ordem escolhida pelo usuário contendo o código da espécie, o nome comum, o nome científico, a família, o grupo ecológico e o número do

registro no herbário é apresentada, com a opção da mesma ser impressa ou armazenada em uma tabela. A listagem completa das espécies existentes na área em estudo pelo PELD é apresentada no Anexo 1 e parte da listagem na Figura 29.



SCDFN - PROCURA ESPÉCIE

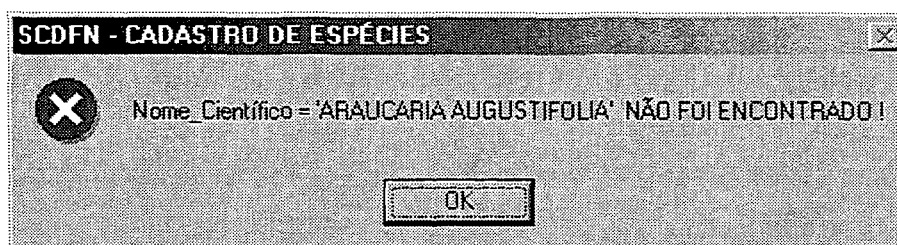
Entre o NOME COMUM a ser pesquisado

ou

Entre o NOME CIENTÍFICO a ser pesquisado

Busca Cancela

FIGURA 24 – Tela para procura de espécie por nome comum ou nome científico, Curitiba, PR, 2002

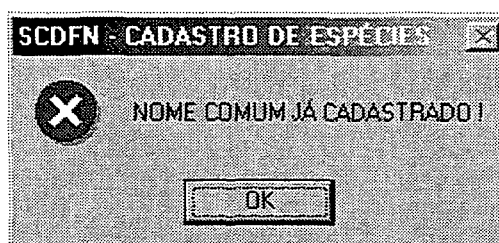


SCDFN - CADASTRO DE ESPÉCIES

Nome Científico = 'ARAUCARIA AUGUSTIFOLIA' NÃO FOI ENCONTRADO !

OK

FIGURA 25 – Mensagem emitida quando a espécie procurada não é encontrada, Curitiba, PR, 2002



SCDFN - CADASTRO DE ESPÉCIES

NOME COMUM JÁ CADASTRADO !

OK

FIGURA 26 – Mensagem emitida indicando que já existe na tabela de espécies uma com o nome comum digitado, Curitiba, PR, 2002

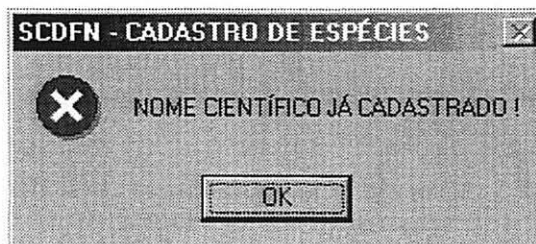


FIGURA 27 – Mensagem emitida indicando que já existe na tabela de espécies uma com o nome científico digitado, Curitiba, PR, 2002

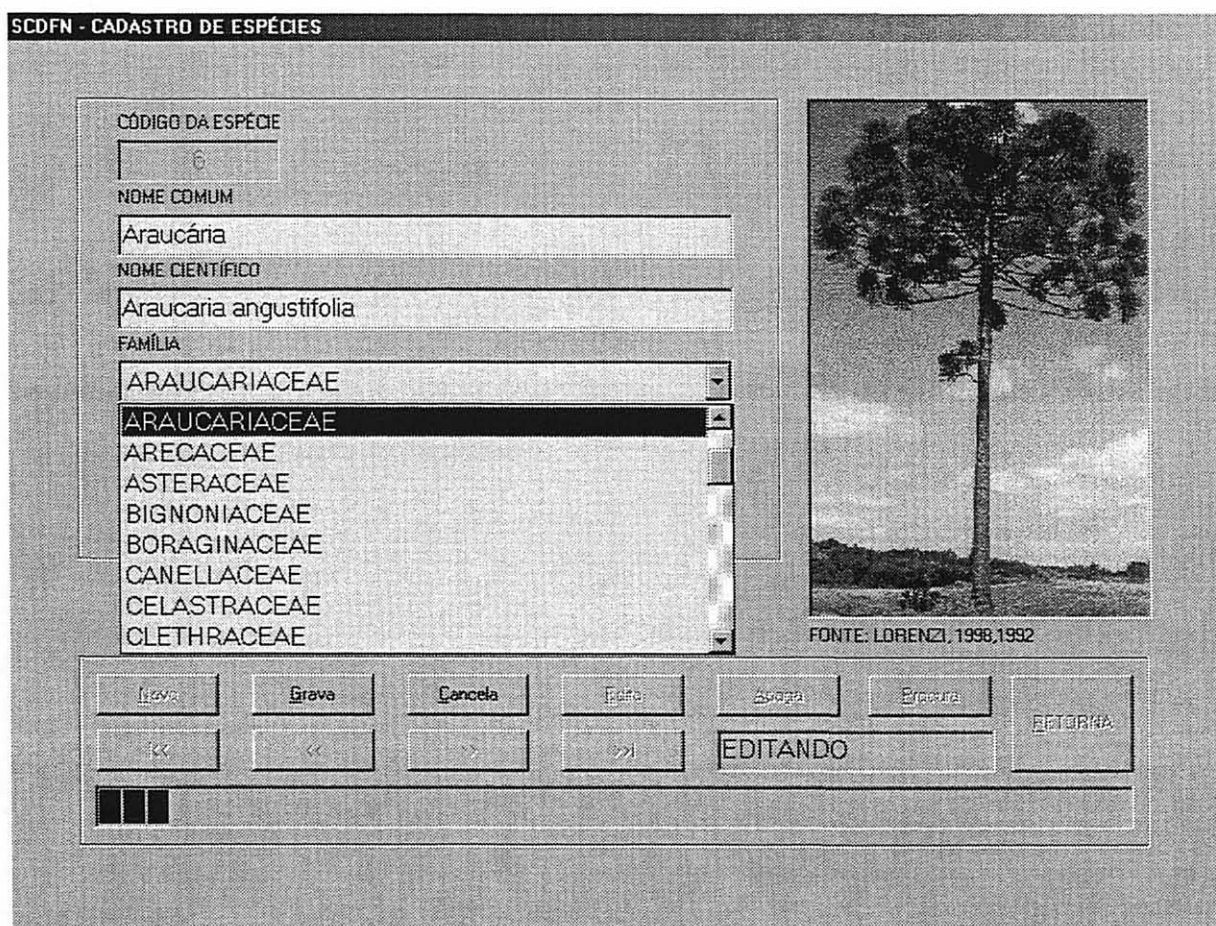


FIGURA 28 – Tela de edição da tabela de espécies mostrando a lista de famílias, Curitiba, PR, 2002

SCDFN - LISTA DE ESPÉCIES

Zoom 100%

SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA
PARA FLORESTAS NATURAIS

1/3
27/06/02

LISTA DE ESPÉCIES

CÓDIGO	NOME COMUM	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA	GRUPO ECOLÓGICO	Nº HERBÁRIO
1	Açota-cavalo	<i>Luehea divaricata</i>	TILIACEAE	Secundária Inicial	EFC9621
2	Ameixeira	<i>Eriobotrya japonica</i>	ROSACEAE	Espécie Exótica	
94	Angico	<i>Parapiptadenia rigida</i>	MIMOSACEAE	Sec. Inicial / Sec. Tardia	EFC5943
3	Araçá	<i>Psidium sp.</i>	MYRTACEAE	Sem Caracterização	
4	Araçá-graúdo	<i>Psidium sp.1</i>	MYRTACEAE	Sem Caracterização	
5	Araçá-miúdo	<i>Psidium sp.2</i>	MYRTACEAE	Sem Caracterização	
6	Araucária	<i>Araucaria angustifolia</i>	ARAUCARIACEAE	Secundária Tardia	
7	Articum	<i>Rollinia rugulosa</i>	ANNONACEAE	Secundária Inicial	
8	Aroeira	<i>Schinus terebinthifolius</i>	ANACARDIACEAE	Pioneira	EFC9618
9	Bracatinga	<i>Mimosa scabrella</i>	MIMOSACEAE	Pioneira	
11	Branquilho	<i>Sebastiania commersoniana</i>	EUPHORBIACEAE	Secundária Tardia	EFC9626
10	Branquilho-graúdo	<i>Sebastiania brasiliensis</i>	EUPHORBIACEAE	Secundária Tardia	
12	Bugreiro-graúdo	<i>Lithraea brasiliensis</i>	ANACARDIACEAE	Secundária Inicial	
13	Cambará	<i>Gochnatia polymorpha</i>	ASTERACEAE	Pioneira	
53	Camboatá	<i>Cupania vernalis</i>	SAPINDACEAE	Sec. Inicial / Sec. Tardia	
96	Cambuí	<i>Myrceugenia euosma</i>	MYRTACEAE	Secundária Inicial	EFC9631
93	Canafístula	<i>Cassia leptophylla</i>	MIMOSACEAE	Secundária Inicial	
14	Canela-amarela	<i>Nectandra grandiflora</i>	LAURACEAE	Secundária Inicial	
86	Canela-branca	<i>Nectandra lanceolata</i>	LAURACEAE	Sec. Inicial / Sec. Tardia	

Pages: 1

FIGURA 29 – Tela apresentando parte da lista de espécies ordenadas por nome comum, gerada pelo sistema, Curitiba, PR, 2002

4.5 TABELA DE PARCELAS

A opção de menu ou barra menu denominada “Parcelas” (Figura 6) permite ao usuário cadastrar e editar a identificação das parcelas e sub-parcelas do inventário florestal onde são coletados os dados das árvores. A tela inicial de edição ativada pela opção é a apresentada na Figura 30.

A opção “Novo” da tela de edição da tabela de parcelas acrescenta um novo registro (FIGURA 31). O fundo dos campos que podem ser preenchidos tornam-se amarelos e o sistema verifica se o número da amostra digitado, composto pela união do número da parcela e o número da sub-parcela, já existe e, em caso afirmativo, a mensagem mostrada na Figura 32 é apresentada, a operação cancelada e a tela inicial restaurada. Se a opção “Edita” for solicitada, os campos que podem ser editados aparecem em amarelo, conforme mostra a Figura 33. A verificação de existência do número da amostra não é feita pois os

campos referentes ao número da parcela e ao número da sub-parcela não são passíveis de edição.

SCDFN - CADASTRO DAS PARCELAS

IDENTIFICAÇÃO		COORDENADAS UTM			
Nº DA PARCELA	2	VÉRTICE Nº 1	VÉRTICE Nº 2	VÉRTICE Nº 3	VÉRTICE Nº 4
Nº DA SUB PARCELA	1	E	583820,18	583907,63	583855,19
Nº DA AMOSTRA	2001	N	7158768,78	7158715,74	7158631,03
ÁREA DA AMOSTRA	100				
DATA DE INSTALAÇÃO	01/06/95	OBSERVAÇÕES			
		Parcela conhecida como FOGO pois sofreu incêndio em 1990. Possui regeneração natural grande.			

Novo Grava Parcela Edita Apaga Procura Finaliza

AMOSTRA 1 de 800

FIGURA 30 – Tela inicial de edição da tabela de parcelas, Curitiba, PR, 2002

Se for necessário alterar o número de uma amostra, o registro deve ser apagado pelo uso da opção “Apaga”, que emite a mensagem mostrada na Figura 21, antes de eliminar o registro solicitado e digitado novamente, onde então será verificada a sua existência. Para encontrar determinada parcela o usuário pode usar a opção “Procura”, que apresenta a tela mostrada na Figura 34, onde o número da parcela ou o número da amostra devem ser digitados. Se a parcela ou amostra não for encontrada ou não for digitada, são apresentadas as mensagens mostradas nas Figuras 35 e 36. Se a área da unidade

amostral não for digitada a mensagem apresentada na Figura 37 é mostrada, com o cursor retornando para o campo para seu preenchimento.

SCDFN - CADASTRO DAS PARCELAS

IDENTIFICAÇÃO		COORDENADAS UTM			
Nº DA PARCELA		VÉRTICE Nº 1	VÉRTICE Nº 2	VÉRTICE Nº 3	VÉRTICE Nº 4
Nº DA SUB PARCELA		E			
Nº DA AMOSTRA		N			
ÁREA DA AMOSTRA		OBSERVAÇÕES			
DATA DE INSTALAÇÃO					

Novo Grava Cancela Editar Epage Procura Incluir

<< >> >>> REGISTRO NOVO

FIGURA 31 – Tela que acrescenta novo registro a tabela de parcelas, Curitiba, PR, 2002

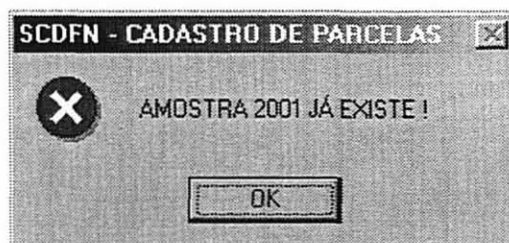


FIGURA 32 – Mensagem indicando que já existe o número da amostra digitado, Curitiba, PR, 2002

SCDFN - CADASTRO DAS PARCELAS

IDENTIFICAÇÃO		COORDENADAS UTM				
Nº DA PARCELA	<input type="text" value="2"/>	VÉRTICE Nº 1	VÉRTICE Nº 2	VÉRTICE Nº 3	VÉRTICE Nº 4	
Nº DA SUB PARCELA	<input type="text" value="1"/>	E	<input type="text" value="583820,18"/>	<input type="text" value="583907,63"/>	<input type="text" value="583855,19"/>	<input type="text" value="583769,73"/>
Nº DA AMOSTRA	<input type="text" value="2001"/>	N	<input type="text" value="7158768,78"/>	<input type="text" value="7158715,74"/>	<input type="text" value="7158631,03"/>	<input type="text" value="7158678,95"/>
ÁREA DA AMOSTRA	<input type="text" value="100"/>	OBSERVAÇÕES				
DATA DE INSTALAÇÃO	<input type="text" value="01/06/95"/>	<input type="text" value="Parcela conhecida como FOGO pois sofreu incendio em 1990. Possui regeneração natural grande."/>				

<input type="button" value="Nova"/>	<input type="button" value="Grava"/>	<input type="button" value="Cancela"/>	<input type="button" value="Edita"/>	<input type="button" value="Apaga"/>	<input type="button" value="Procura"/>	<input type="button" value="Finaliza"/>
<input type="button" value="←"/>	<input type="button" value="⇐"/>	<input type="button" value="⇒"/>	<input type="button" value="→"/>	<input type="text" value="EDITANDO"/>		<input type="button" value="Finaliza"/>

FIGURA 33 – Tela de edição da tabela de parcelas, Curitiba, PR, 2002

SCDFN - PROCURA PARCELA

Entre o Número da Parcela

ou

Entre o Número da Amostra

FIGURA 34 – Tela de busca de parcela existente, Curitiba, PR, 2002

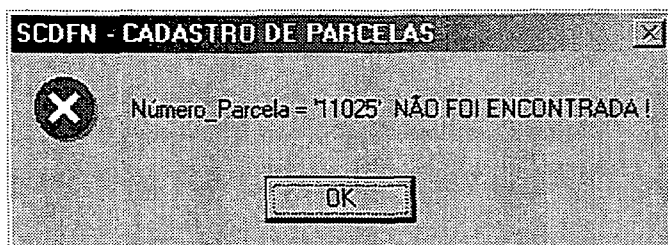


FIGURA 35 – Mensagem emitida quando a parcela não é encontrada, Curitiba, PR, 2002

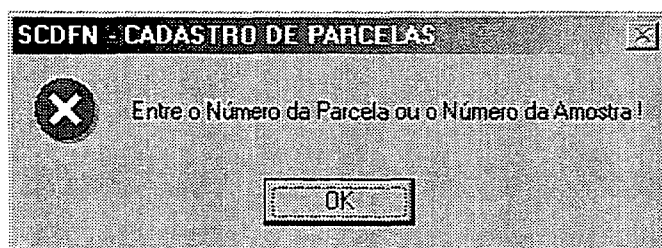


FIGURA 36 – Mensagem emitida quando o número da parcela ou o número da amostra não são digitados, Curitiba, PR, 2002

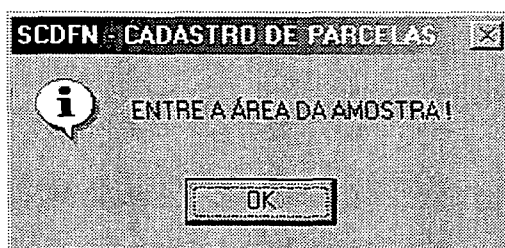


FIGURA 37 – Mensagem emitida quando a área da amostra não foi digitada, Curitiba, PR, 2002

O campo referente ao atributo data de instalação da parcela deve ser digitado, pois em caso de ausência (Figura 38) ou de preenchimento errado (Figura 39) uma mensagem é apresentada e o cursor retorna para o campo a fim de que seja digitado. Os campos referentes aos atributos coordenadas em unidades UTM da parcela e observações podem ser digitados, se existirem os primeiros e se desejado o último. Durante a execução do procedimento de edição da tabela de parcelas a palavra “EDITANDO” aparece na barra de tarefas na parte inferior da tela (Figura 33).

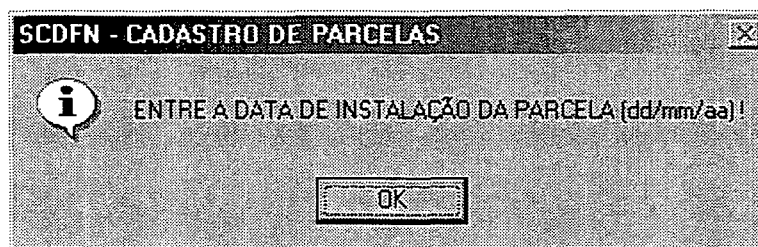


FIGURA 38 – Mensagem solicitando a data de instalação da parcela, Curitiba, PR, 2002

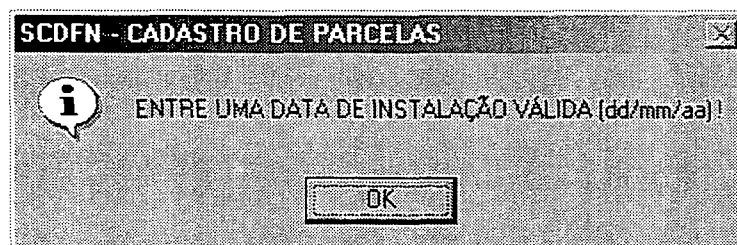


FIGURA 39 – Mensagem solicitando digitação correta da data de instalação da parcela, Curitiba, PR, 2002

4.6 TABELA DE ÁRVORES

A edição da tabela de árvores é feita pelo uso da opção “Árvores” de menu ou barra menu, que apresenta o sub-menu mostrado na Figura 40. O sub-menu é dividido em três partes: a superior que possui as funções de abertura e edição das tabelas de árvores por parcela; a intermediária que possui as funções de abertura de tabelas, cálculo de estatísticas e cálculo de índices fitossociológicos para uma ou mais parcelas; e a inferior que apresenta as funções de listagem e impressão dos resultados. A diferença entre a abertura de tabelas para edição e para cálculos, é que para edição o sistema permite que se abra somente uma tabela correspondente a uma parcela por vez, enquanto que para cálculos mais de uma tabela correspondentes a mais de uma parcela podem ser abertos, permitindo que o usuário possa processar várias parcelas de uma só vez.

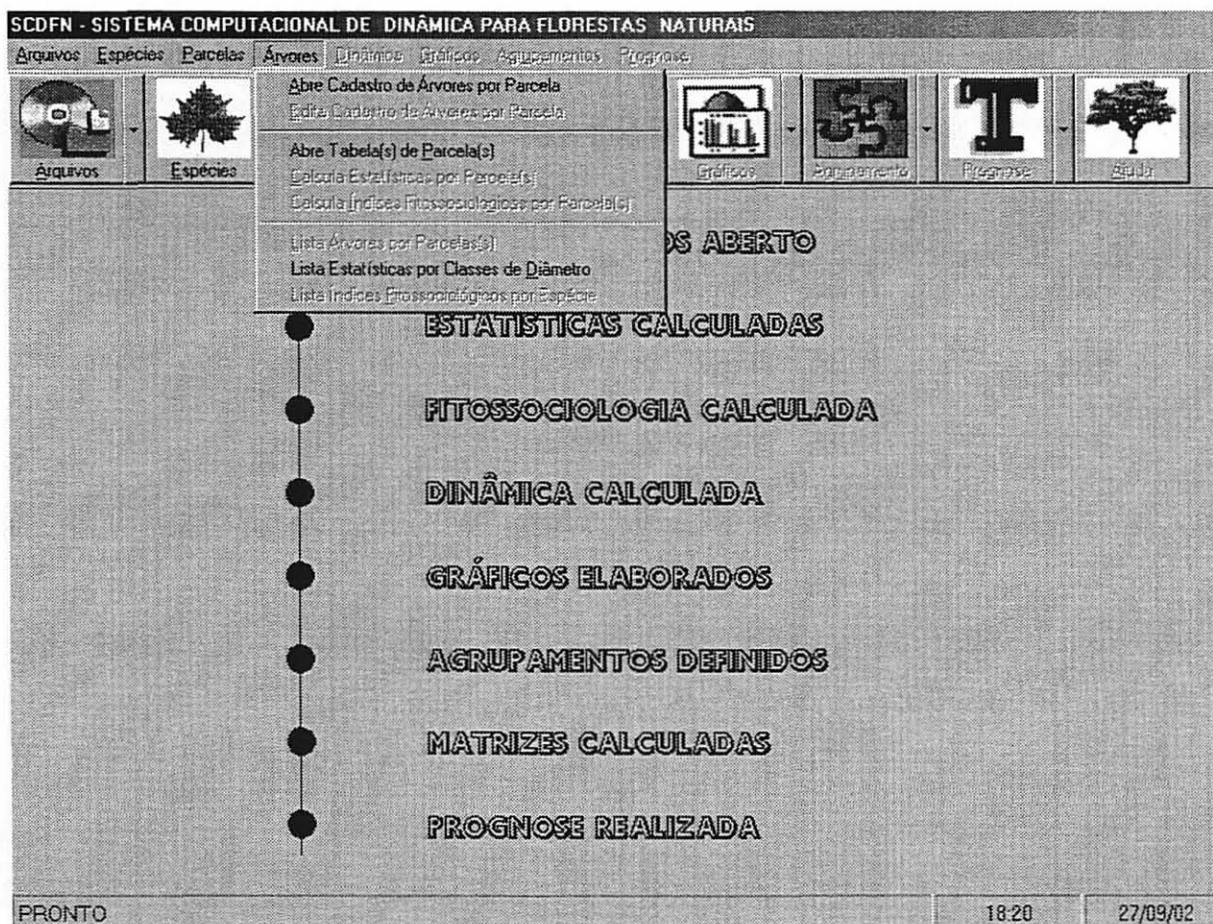


FIGURA 40 – Tela de edição inicial da tabela de árvores por parcela, mostrando na parte superior as opções do sub menu, Curitiba, PR, 2002

A opção de edição de uma tabela de árvores por parcela inicia-se com a abertura da tabela a ser editada, como mostra a Figura 41. Escolhe-se a tabela a ser editada na lista das existentes no banco de dados apresentadas no lado esquerdo da tela, pressiona-se o botão do lado direito do mouse sob o nome da tabela desejada, pressiona-se a tecla ">>" movendo a tabela selecionada para o lado direito da tela e abre-se a tabela pressionando a tecla "Abre". A operação pode ser cancelada pressionando-se a tecla "Cancela".

Uma vez aberta a tabela a opção de edição passa a estar habilitada e se for escolhida apresenta a tela inicial de edição da tabela de árvores por parcela (FIGURA 42). A escolha da opção "Novo" apresenta a tela da Figura 43 onde todos os campos aparecem em amarelo, com exceção dos campos de coordenadas em unidades UTM cujos valores são calculados. Após o preenchimento dos campos e na ocasião em que o usuário pressiona a tecla "Grava", para armazenar o registro criado, o sistema consiste os campos digitados.

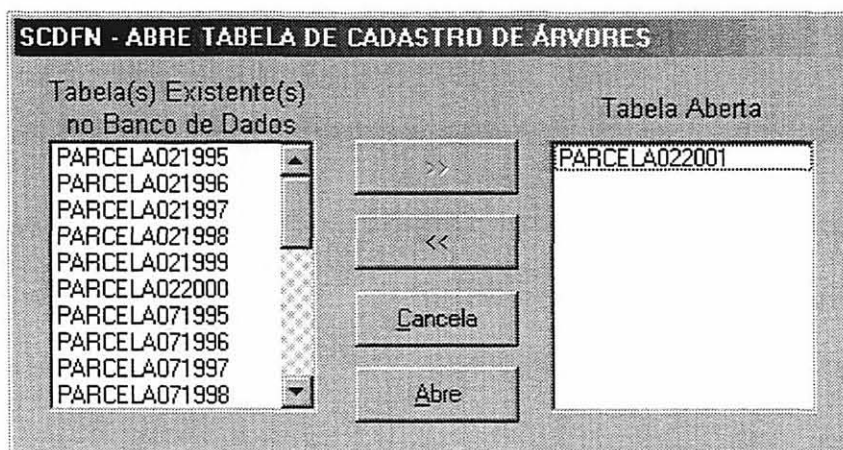


FIGURA 41 – Tela de abertura para edição da tabela de árvores por parcela, Curitiba, PR, 2002

SCDFN - CADASTRO DE ÁRVORES POR AMOSTRA

PARCELA: 2 CAP (cm): 188

SUB-PARCELA: 1 DAP (cm): 59,8

Nº DA AMOSTRA: 2001 ALTURA TOTAL (m):

DATA DE MEDIÇÃO: 01/06/95 ALTURA COMC. (m):

Nº DA ÁRVORE: 1 CONDIÇÃO: INGRESSA

CÓDIGO DA ESPÉCIE: 6 NOME POPULAR: Araucária

COORDENADAS DA ÁRVORE

LOCALIS		UTM	
X	97,4	E	583814,23
Y	3,66	N	7158765,67

OBSERVAÇÕES: BIFURCADA

Novo Grava Cancela Edita Apaga Procura Encerra

<< < > >> ÁRVORE 1 de 611

PRONTO... 18:23 27/09/02

FIGURA 42 – Tela inicial de edição da tabela de árvores por parcela, Curitiba, PR, 2002

O campo referente ao atributo data de medição é consistido quanto à presença de uma data (Figura 44), se a data foi digitada corretamente (Figura 45) e se a data digitada é maior ou igual a data de instalação da parcela (Figura 46). Em todos os casos o cursor retorna ao campo “Data de Medição” para que a correção seja feita.

SCDFN - CADASTRO DE ÁRVORES POR AMOSTRA

PARCELA	CAP (cm)	COORDENADAS DA ÁRVORE	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	LOCAIS	UTM
SUB-PARCELA	DAP (cm)	X <input type="text"/>	E <input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	Y <input type="text"/>	N <input type="text"/>
Nº DA AMOSTRA	ALTURA TOTAL (m)	OBSERVAÇÕES	
<input type="text"/>	0.0		
DATA DE MEDIÇÃO	ALTURA COMC. (m)		
<input type="text"/>	0.0		
Nº DA ÁRVORE	CONDIÇÃO	<input type="text"/>	
<input type="text"/>	<input type="text"/>		
CÓDIGO DA ESPÉCIE	NOME POPULAR	<input type="text"/>	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	

<input type="button" value="Novo"/>	<input type="button" value="Grava"/>	<input type="button" value="Cancela"/>	<input type="button" value="Efe"/>	<input type="button" value="Ajuda"/>	<input type="button" value="Especie"/>	<input type="button" value="Especie"/>
<input type="button" value="←"/>	<input type="button" value="⇐"/>	<input type="button" value="⇒"/>	<input type="button" value="→"/>	<input type="button" value="REGISTRO NOVO"/>		<input type="button" value="Especie"/>

PRONTO... 18:10 09/10/02

FIGURA 43 – Tela de inclusão de novo registro na tabela de árvores por parcela, Curitiba, PR, 2002

O campo referente ao atributo número da árvore é consistido para verificar a presença do número (Figura 47) e se esse número já existe na amostra (Figura 48). O campo referente ao atributo código da espécie é consistido quanto à presença de um número no campo (Figura 49) e à existência do código no cadastro de espécies (Figura 50). O campo do atributo circunferência à altura do peito (CAP) é consistido tanto na presença de um valor digitado quanto no valor em si. Se não houver valor digitado ou se o valor for

menor que 31,40 cm, que corresponde a um DAP mínimo de 10 cm, a mensagem mostrada na Figura 51 é apresentada.

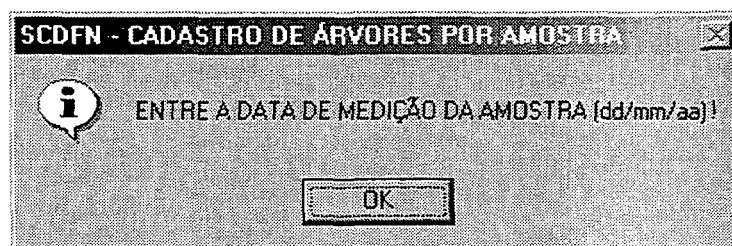


FIGURA 44 – Mensagem indicando a falta da data de medição da árvore, Curitiba, PR, 2002

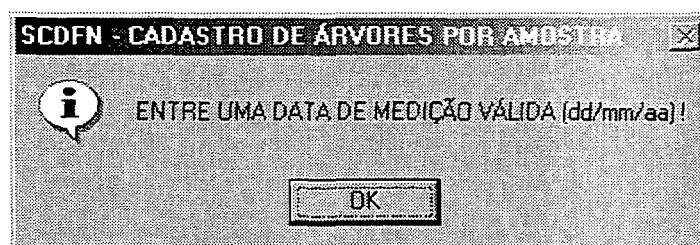


FIGURA 45 – Mensagem indicando data de medição da árvore inválida, Curitiba, PR, 2002

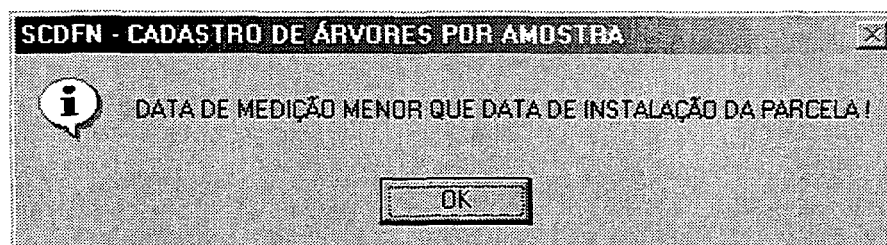


FIGURA 46 – Mensagem indicando que a data de medição é menor que a de instalação da parcela, Curitiba, PR, 2002

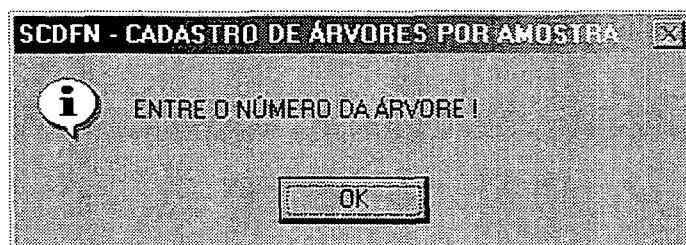


FIGURA 47 – Mensagem indicando ausência de número no campo “Número da Árvore”, Curitiba, PR, 2002

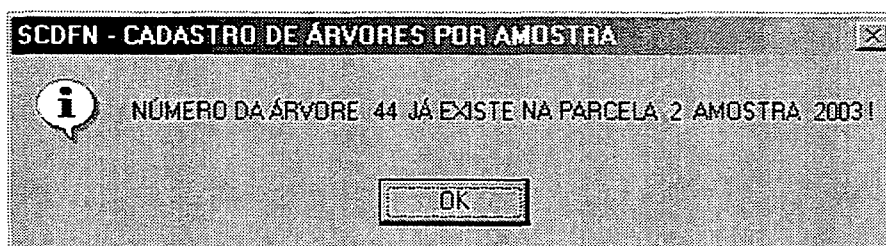


FIGURA 48 – Mensagem indicando que o número da árvore digitado já existe na amostra, Curitiba, PR, 2002

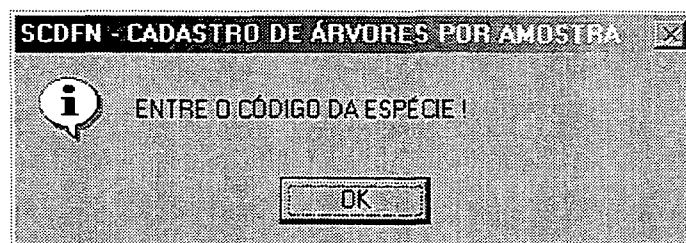


FIGURA 49 – Mensagem indicando a falta do código da espécie, Curitiba, PR, 2002

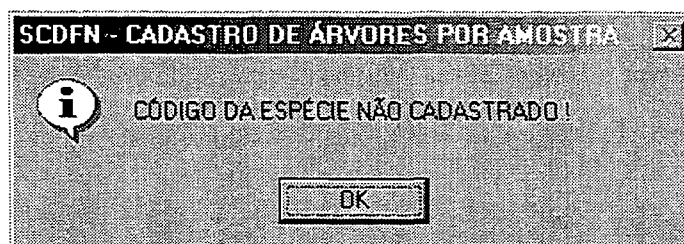


FIGURA 50 – Mensagem indicando que o código da espécie digitado não está cadastrado na tabela de espécies, Curitiba, PR, 2002

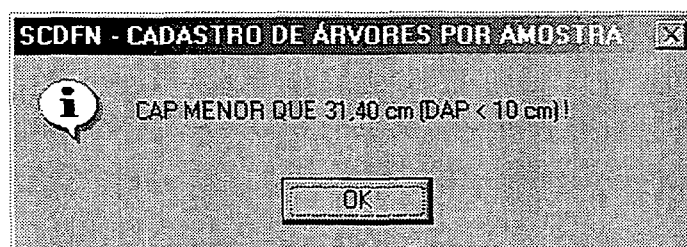


FIGURA 51 – Mensagem indicando que o valor da circunferência à altura do peito (CAP) está ausente ou é menor que o valor mínimo exigido, Curitiba, PR, 2002

Os campos referentes aos atributos número da parcela e número da sub-parcela têm seus valores consistidos quanto a sua existência na tabela de parcelas. Caso o número da unidade amostral, formado pela união do número da parcela e do número da sub-parcela, não tenha sido cadastrado, a mensagem mostrada na Figura 52 é apresentada e o cursor volta para o primeiro campo da tela.

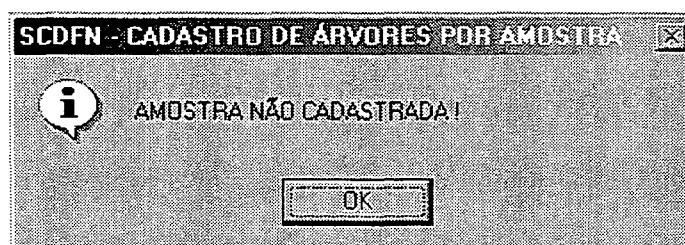


FIGURA 52 – Mensagem indicando que o número da amostra não está cadastrado na tabela de parcelas, Curitiba, PR, 2002

Se tiverem sido medidos, os atributos altura total e altura comercial são digitados e consistidos, emitindo mensagem se a altura total não for maior que a altura comercial (Figura 53). Se as coordenadas X e Y de localização da árvore na parcela existirem são digitadas e se houver coordenadas georeferenciadas para a parcela na qual a amostra está localizada a transformação para coordenadas georeferenciadas em unidades UTM é feita automaticamente pelo sistema e apresentada no campo respectivo da tela de edição.

O campo referente ao nome comum da espécie é preenchido pelo sistema após todos os campos do registro terem sido consistidos e gravados. O campo referente ao atributo observações pode ou não conter informações referentes à árvore sendo cadastrada.

Se a opção “Apaga” for acionada, a mensagem mostrada na Figura 54 é apresentada para confirmação da ação.

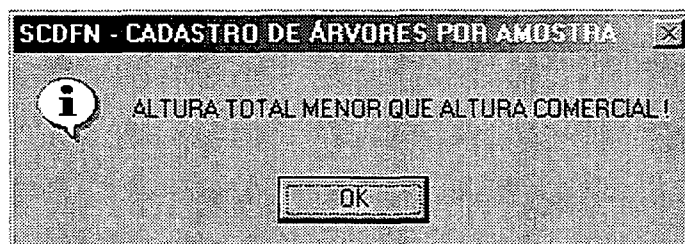


FIGURA 53 – Mensagem indicando que a altura total é menor que a altura comercial, Curitiba, PR, 2002

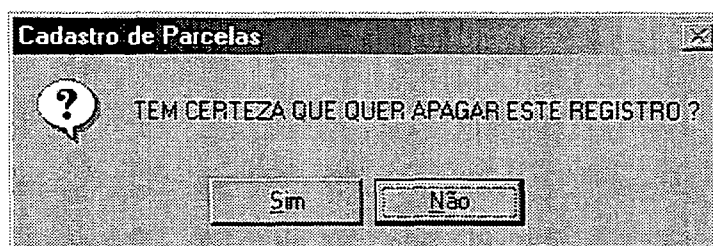


FIGURA 54 – Tela de mensagem confirmando a eliminação de um registro, Curitiba, PR, 2002

Se o usuário optar pela opção “Edita” a tela da Figura 55 é apresentada. Os campos referentes aos atributos número da parcela, número da sub-parcela e data de medição aparecem com fundo cinza, pois não são passíveis de edição. Em caso da necessidade de modificação de um desses campos, o registro referente à árvore deverá ser apagado e um registro novo criado.

Caso o usuário tenha optado pela opção “Procura” a tela apresentada na Figura 56 é apresentada, onde número da amostra e número da árvore são digitados. O sistema verifica se os campos foram preenchidos e em caso negativo emite mensagem (Figura 57), posicionando o cursor no campo vazio. Se a busca não tiver sucesso a mensagem mostrada na Figura 58 é apresentada, o procedimento cancelado e o cursor posicionando no registro em que estava antes da busca.

SCDFN - CADASTRO DE ÁRVORES POR AMOSTRA

PARCELA	CAP (cm)	COORDENADAS DA ÁRVORE	
		LOCAIS	UTM
SUB-PARCELA	DAP (cm)	X	E
		Y	N
Nº DA AMOSTRA	ALTURA TOTAL (m)	OBSERVAÇÕES	
	0.0		
DATA DE MEDIÇÃO	ALTURA COMC. (m)		
	0.0		
Nº DA ÁRVORE	CONDIÇÃO		
CÓDIGO DA ESPÉCIE	NOME POPULAR		

Novo Grava Cancela Editar Apagar Procura Espera

« « « » » » » »

REGISTRO NOVO

PRONTO... 18:10 09/10/02

FIGURA 55 – Tela de edição de um registro da tabela de árvores por amostra, Curitiba, PR, 2002

SCDFN - PROCURA ÁRVORES

Entre o Número da Amostra

e

Entre o Número da Árvore

Busca Cancela

FIGURA 56 – Tela para busca de árvores na tabela de árvores por amostra, Curitiba, PR, 2002

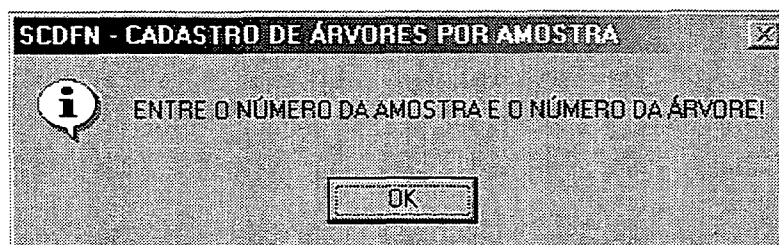


FIGURA 57 – Mensagem indicando a falta de preenchimento de um dos campos da tela, Curitiba, PR, 2002

Quando da gravação de um registro editado, todos os seus campos sofrerão o mesmo processo de consistência dos campos descritos quando da criação de um registro novo. Após a edição da tabela de árvores por amostra a opção do sub menu que permite a impressão de listagem de árvores por parcela torna-se habilitada e quando solicitada o sistema apresenta a tela da Figura 59, cuja listagem parcial, dado seu tamanho, é apresentada no Anexo 2. A listagem contém o número da amostra, o número da árvore, o nome comum, o CAP em cm, o DAP em cm, a altura total em m, a altura comercial em m, a condição da árvore e as coordenadas de localização da árvore na parcela em m, quando existirem.

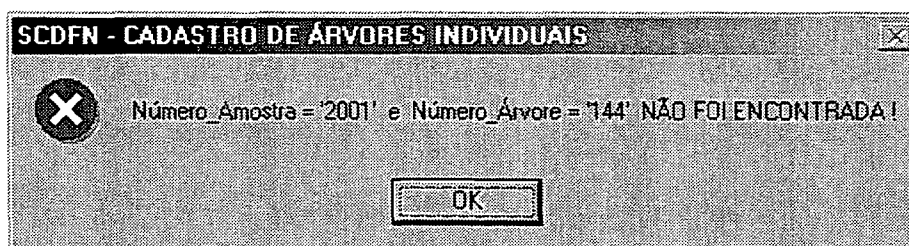


FIGURA 58 - Mensagem informando que a árvore não foi encontrada, Curitiba, PR, 2002

Quando escolhida a opção “Abre Tabela(s) de Parcela(s)” a tela da Figura 60 é apresentada. A tabela ou tabelas a serem abertas são escolhidas na lista das existentes no banco de dados apresentadas, no lado esquerdo da tela, pressionando-se o lado direito do mouse sob o nome da tabela. A tabela ou tabelas selecionadas são movidas para o lado direito pressionando-se a tecla “>>” e são abertas pressionando se a tecla “Abre”. A operação pode ser cancelada, se desejado, pressionando-se a tecla “Cancela”.

SCDFN - LISTAGEM DOS DADOS AMOSTRAIS

Zoom 100%

SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA
PARA FLORESTAS NATURAIS

1/11
27/06/02

LISTAGEM DOS DADOS AMOSTRAIS

Nº DA AMOSTRA	Nº DA ÁRVORE	NOME COMUM	CAP (cm)	DAP (cm)	ALTURA (m)		CONDIÇÃO	COORD. LOCAIS	
					TOTAL	COMER		X(m)	Y(m)
2001	1	Araucária	188,0	59,8			BIFURCADA	97,4	3,7
2001	2	Guabirova	49,5	15,8			BIFURCADA	98,5	4,9
2001	3	Vassourão-branco	38,8	12,4			VIVA	92,1	9,1
2001	7	Capororoquinha	81,5	25,9			VIVA	90,1	5,2
2001	987	Araucária	56,0	17,8	0,0	0,0	QUEBRADA		
2002	4	Araucária	60,0	19,1			VIVA	90,3	12,7
2002	12	Canela-amarela	51,0	16,2			BIFURCADA	91,8	14,7
2002	13	Capororoquinha	86,0	27,4			VIVA	97,1	11,6
2002	14	Araucária	96,0	30,6			VIVA	97,9	11,4
2002	15	Canela-amarela	44,5	14,2			BIFURCADA	94,8	13,3
2002	16	Pau-alho	35,6	11,3			VIVA	90,6	17,0
2002	18	Ingá	43,6	13,9			VIVA	94,1	18,2
2002	19	Bugreiro-graúdo	0,0	0,0			MORTA	95,0	18,1
2002	20	Canela-amarela	34,0	10,8			BIFURCADA	95,1	18,9
2002	21	Pessegueiro-bravo	0,0	0,0			MORTA	94,2	18,9
2002	28	Araucária	129,5	41,2			VIVA	99,7	15,9
2003	22	Araucária	100,4	32,0			BIFURCADA	94,3	20,2
2003	23	Araucária	47,5	15,1			MORTA	93,8	20,1
2003	24	Bugreiro-graúdo	42,0	13,4			VIVA	96,2	21,9
2003	25	Canela-amarela	51,2	16,3			BIFURCADA	97,6	22,6
2003	26	Canela-amarela	29,5	9,4			VIVA	92,8	21,8
2003	27	Canela-amarela	38,5	12,3			BIFURCADA	98,7	26,1
2003	29	Bugreiro-graúdo	39,5	12,6			VIVA	95,6	24,4
2003	43	Bugreiro-graúdo	39,2	12,5			VIVA	99,5	29,3
2003	44	Araucária	68,0	21,6			VIVA	98,9	28,8

Pages: 1

FIGURA 59 – Tela apresentando a listagem de árvores por amostra gerada, Curitiba, PR, 2002

4.7 ESTATÍSTICAS POR PARCELA

As opções para a geração das estatísticas e dos índices fitossociológicos, por parcela, são habilitadas uma vez completo o procedimento de abertura das tabelas. A opção “Calcula Estatísticas por Parcela(s)”, após a escolha da ordem de impressão dos resultados, calcula as estatísticas para a parcela ou parcelas selecionadas, para classes de diâmetros fixas e variáveis e habilita a opção de impressão dos resultados que, quando solicitada, apresenta as telas mostradas nas Figuras 61 e 62, cujas cópias impressas são apresentadas nos Anexos 3 e 4, respectivamente. Para cada uma das espécies presentes na parcela ou parcelas são apresentados o nome comum, o nome científico, a família e as estatísticas número de árvores por parcela, DAP médio, mínimo e máximo, em cm, área basal em m² por parcela e desvio padrão do DAP, sendo que somente as árvores vivas são

consideradas para efeito dos cálculos. Ao final do relatório são apresentadas as mesmas estatísticas para o total da parcela ou parcelas.

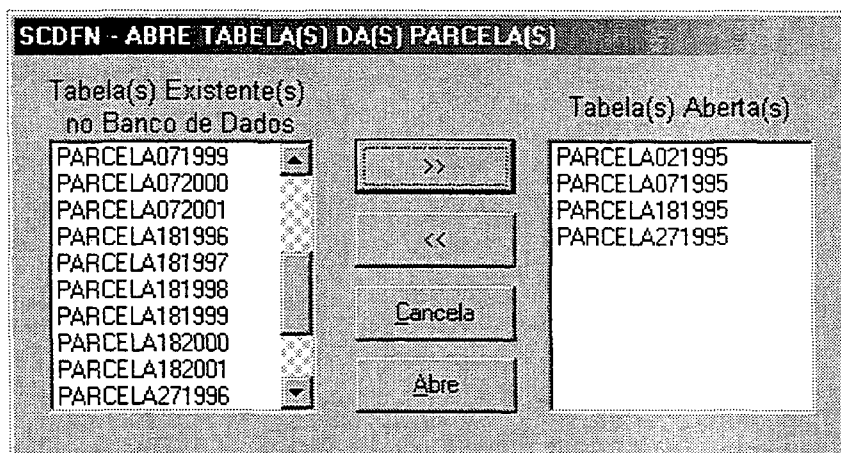


FIGURA 60 – Tela para abertura das tabelas para os cálculos das estatísticas e dos índices fitossociológicos por parcela, Curitiba, PR, 2002

O número de classes de diâmetros, calculado a partir da fórmula de Sturges variou de dez para a menor parcela (579 árvores) até treze para o conjunto das quatro parcelas (2.827 árvores) presentes na área de estudo do projeto PELD. Para as classes de diâmetros com intervalos fixos foram usadas treze classes com 10 cm de amplitude. Para as classes de diâmetros variáveis a razão logarítmica foi calculada para dez classes e, uma vez determinada, estendeu-se o número de classes para treze de modo a eliminar o acúmulo de indivíduos na última classe que o algoritmo de HERING (1994) propicia, conforme pode ser observado na Figura 63. CRUZ (2000) propôs uma modificação nesse algoritmo onde, em vez de incluir na última classe um número de árvores, correspondente ao número médio de árvores por classe de diâmetro e usar o menor diâmetro da última classe resultante para determinação da razão de incremento, usar o maior diâmetro inventariado, procedimento que também resultou na eliminação do acúmulo de árvores na última classe.

Uma vez determinados os intervalos de classe, cada árvore teve sua classe de diâmetro estabelecida pela fórmula:

$$\text{CLASSE} = \text{INT} \{ [(\text{DAP} - \text{LI}) / \text{IC}] + 1 \} \quad (83)$$

para: $1 \leq \text{CLASSE} \leq 13$

onde:

CLASSE	é a classe de diâmetro a qual a árvore pertence;
INT	é uma função que retorna a parte inteira de uma expressão;
DAP	é o diâmetro da árvore medido à 1,30 m do solo;
LI	é o limite inferior da primeira classe de diâmetro; e
IC	é o intervalo ou amplitude da classe.

SCDFN - ESTATÍSTICAS POR ESPÉCIES E CLASSES DE DIÂMETRO FIXAS														
Zoom 100%														
SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA PARA FLORESTAS NATURAIS												1/10 27/08/02		
ESTATÍSTICAS POR ESPÉCIES E CLASSES DE DIÂMETRO														
ESPÉCIE	CLASSES DE DIÂMETRO (cm)													TOTAL
	10,00 19,99	20,00 29,99	30,00 39,99	40,00 49,99	50,00 59,99	60,00 69,99	70,00 79,99	80,00 89,99	90,00 99,99	100,00 109,99	110,00 119,99	120,00 129,99	130,00 130,00	
<i>Apoita-cavalo / Luehea divaricata / TILIACEAE</i>														
Nº Árvores	3	5	1	1	1		1	1						13
DAP Médio - cm	15,79	24,96	35,97	44,25	59,52		74,23	87,79						36,45
DAP Mínimo - cm	12,10	21,01	35,97	44,25	59,52		74,23	87,79						12,10
DAP Máximo - cm	17,95	28,65	35,97	44,25	59,52		74,23	87,79						87,79
Área Basal - m²	0,060	0,248	0,102	0,154	0,278		0,433	0,605						1,88
D.P. DAP (s) - cm	3,21	3,46												23,57
<i>Araçá / Psidium sp. / MYRTACEAE</i>														
Nº Árvores	3	1												4
DAP Médio - cm	13,21	23,24												15,72
DAP Mínimo - cm	9,80	23,24												9,80
DAP Máximo - cm	19,74	23,24												23,24
Área Basal - m²	0,046	0,042												0,09
D.P. DAP (s) - cm	5,65													6,81
<i>Araucária / Araucaria angustifolia / ARAUCARIACEAE</i>														
Nº Árvores	164	112	107	90	59	24	15	4		1				576
DAP Médio - cm	14,28	24,84	34,72	44,91	53,85	64,16	72,66	82,32		105,84				33,20
DAP Mínimo - cm	8,50	20,05	30,02	40,43	50,10	60,32	70,35	80,06		105,84				8,50
DAP Máximo - cm	19,86	29,92	39,95	49,82	59,91	68,31	74,80	84,42		105,84				105,84
Área Basal - m²	2,743	5,500	10,202	14,310	13,480	7,773	6,221	2,130		0,880				63,24
D.P. DAP (s) - cm	2,00	2,08	2,00	2,37	2,00	2,64	1,40	1,00						17,01

FIGURA 61 – Tela mostrando o relatório de estatísticas para as quatro parcelas do projeto PELD, na medição referente ao ano de 2001, para classes de diâmetro fixas, ordenado por nome comum, Curitiba, PR, 2002

SCDFN - ESTATÍSTICAS POR ESPÉCIES E CLASSES DE DIÂMETRO VARIÁVEIS

Zoom 100%

SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA
PARA FLORESTAS NATURAIS

1/10
27/06/02

ESTATÍSTICAS POR ESPÉCIES E CLASSES DE DIÂMETRO

ESPÉCIE	CLASSES DE DIÂMETRO (cm)												TOTAL	
	10,00 11,70	11,71 13,70	13,71 16,03	16,04 18,77	18,78 21,96	21,97 25,71	25,72 30,09	30,10 35,22	35,23 41,22	41,23 48,25	48,26 56,47	56,48 66,09		> = 66,10
Açoita-cavalo / <i>Luehea divaricata</i> / TILIACEAE														
Nº Árvores		1		2	1	2	2		1	1		1	2	13
DAP Médio - cm		12,10		17,63	21,01	23,40	28,49		35,97	44,25		59,52	81,01	36,45
DAP Mínimo - cm		12,10		17,32	21,01	22,28	28,33		35,97	44,25		59,52	74,23	12,10
DAP Máximo - cm		12,10		17,95	21,01	24,51	28,65		35,97	44,25		59,52	87,79	87,79
Área Basal - m ²		0,011		0,049	0,035	0,086	0,127		0,102	0,154		0,278	1,038	1,88
D.P. DAP (s) - cm				0,45		1,58	0,23					9,59		23,57
Araçá / <i>Psidium sp.</i> / MYRTACEAE														
Nº Árvores		2			1	1								4
DAP Médio - cm		9,95			19,74	23,24								15,72
DAP Mínimo - cm		9,60			19,74	23,24								9,60
DAP Máximo - cm		10,09			19,74	23,24								23,24
Área Basal - m ²		0,016			0,031	0,042								0,09
D.P. DAP (s) - cm		0,20												6,81
Araucária / <i>Araucaria angustifolia</i> / ARAUCARIACEAE														
Nº Árvores	42	34	34	43	30	47	47	63	50	66	61	33	26	576
DAP Médio - cm	10,52	12,74	14,94	17,36	20,19	23,61	27,87	32,68	38,23	44,27	51,45	60,90	74,19	33,20
DAP Mínimo - cm	8,50	11,78	13,81	16,17	18,78	22,00	25,78	30,33	35,27	41,22	48,29	56,47	66,34	8,50
DAP Máximo - cm	11,65	13,69	16,01	18,65	21,84	25,62	30,02	35,01	41,13	47,81	55,96	65,95	105,84	105,84
Área Basal - m ²	0,367	0,434	0,597	1,021	0,962	2,060	2,873	5,295	5,750	10,178	12,701	9,634	11,367	63,24

Pages: [Navigation icons]

FIGURA 62 – Tela mostrando o relatório de estatísticas para as quatro parcelas do projeto PELD, na medição referente ao ano 2001, para classes de diâmetro variáveis, ordenado por nome comum, Curitiba, PR, 2002

Somente depois de calculadas as estatísticas para uma parcela ou parcelas é que a opção “Dinâmica” do menu ou barra menu é habilitada. Isso não implica, no entanto, que a dinâmica deva obrigatoriamente ser calculada para a parcela ou parcelas usadas no cálculo das estatísticas. Para o cálculo da dinâmica nova parcela ou parcelas podem ser escolhidas, se desejado. A razão para tal procedimento é que os gráficos, as equações de mortalidade e o cálculo das matrizes de transição são gerados pelo sistema a partir dos resultados obtidos no módulo de dinâmica, além de ser uma forma de forçar o usuário a manter uma seqüência lógica nas etapas da modelagem. No entanto, deve ser tomado cuidado caso as espécies devam ser agrupadas. Nessa situação as tabelas devem ser as mesmas para os procedimentos de cálculo de ambas as estatísticas, pois o algoritmo de agrupamento se faz valer de resultados oriundos de ambos os procedimentos.

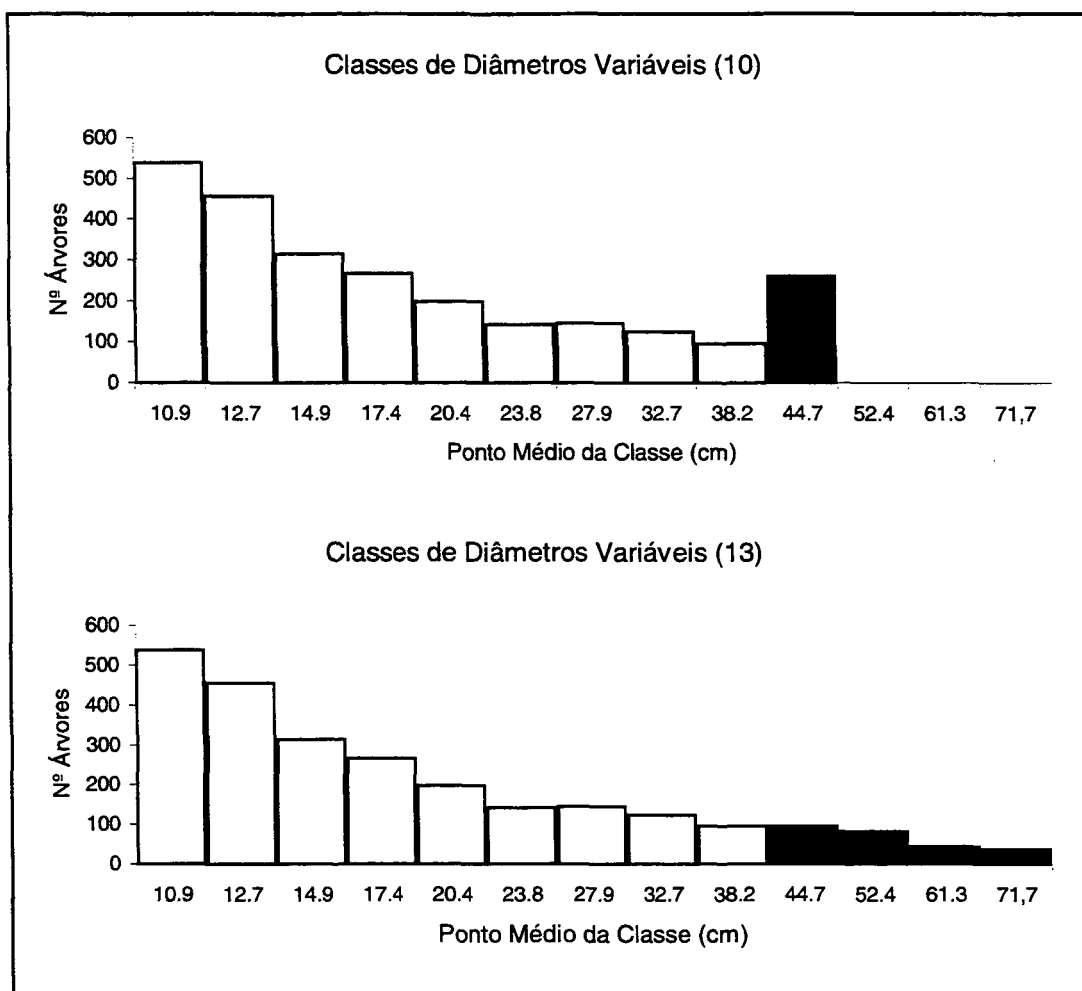


FIGURA 63 – Número de árvores para dez e treze classes de diâmetros variáveis, Curitiba, PR, 2002

4.8 ÍNDICES FITOSSOCIOLÓGICOS

Os índices fitossociológicos são calculados para a parcela ou parcelas selecionadas executando-se a opção correspondente do sub menu “Árvores”. Após a escolha da ordem de impressão os índices são calculados por espécie e para o total, habilitando automaticamente a opção de impressão no sub menu. Quando solicitada a impressão dos índices calculados, o sistema apresenta para todas as espécies presentes nas parcelas, para as árvores mortas e para o total a densidade absoluta (Número de árvores por parcela), a densidade relativa (%), a frequência absoluta (%), a frequência relativa (%), a dominância absoluta (m^2 por parcela), a dominância relativa (%), o valor de importância (%), o valor de importância percentual, o valor de cobertura (%) e o valor de cobertura

percentual, mostrando a tela apresentada na Figura 64 e a listagem do Anexo 5. Para efeito de cálculo cada fuste registrado foi considerado um indivíduo, o que pode superestimar os índices das espécies com tendência a apresentarem bifurcações. A obtenção dos índices fitossociológicos habilita a opção que permite a obtenção do gráfico “Relação Espécies/Área” do sub menu “Gráficos”.

SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA PARA FLORESTAS NATURAIS

1/5
27/06/02

VARIÁVEIS FITOSSOCIOLÓGICAS POR ESPÉCIE

ESPÉCIE	DENSIDADE		FREQUÊNCIA		DOMINÂNCIA		IMPORTÂNCIA		COBERTURA	
	ABS. n°	REL. %	ABS. %	REL. %	ABS. m²	REL. %	VALOR %	PERCT. %	VALOR %	PERCT. %
bizzia sp.										
vitinga	2	0,07	1,68	0,14	0,04	0,03	0,24	0,08	0,10	0,05
MOSACEAE										
Allophylus edulis										
Vacúm	1	0,04	0,84	0,07	0,01	0,01	0,11	0,04	0,04	0,02
SAPINDACEAE										
Allophylus sp.										
Farinha-seca graúda	14	0,50	9,24	0,77	0,33	0,25	1,51	0,50	0,74	0,37
SAPINDACEAE										
Araucaria angustifolia										
Araucária	576	20,37	90,76	7,52	63,24	47,85	75,74	25,25	68,22	34,11
ARAUCARIACEAE										
Campomanesia guazumaefolia										
Sete-capotes	3	0,11	2,52	0,21	0,08	0,06	0,38	0,13	0,17	0,08
MYRTACEAE										
Campomanesia xanthocarpa										
Guabirova	79	2,79	36,13	2,99	2,91	2,20	7,99	2,66	5,00	2,50
MYRTACEAE										
Capsicodendron dinisii										
Pimenteira	76	2,69	33,61	2,78	3,40	2,57	8,04	2,68	5,26	2,63

Pages: 1

FIGURA 64 – Tela apresentando os índices fitossociológicos para as quatro parcelas do projeto PELD, na medição referente ao ano de 2001, ordenados por nome científico, Curitiba, PR, 2002

4.9 DINÂMICA

O procedimento que executa os cálculos das estatísticas da dinâmica da floresta é acessado pela opção “Dinâmica” do menu ou barra menu, opção essa que quando solicitada apresenta o sub menu mostrado na Figura 65. A escolha de “Abre Tabelas para Dinâmica”

no sub menu determina a apresentação da tela de abertura de arquivos mostrada na Figura 66.

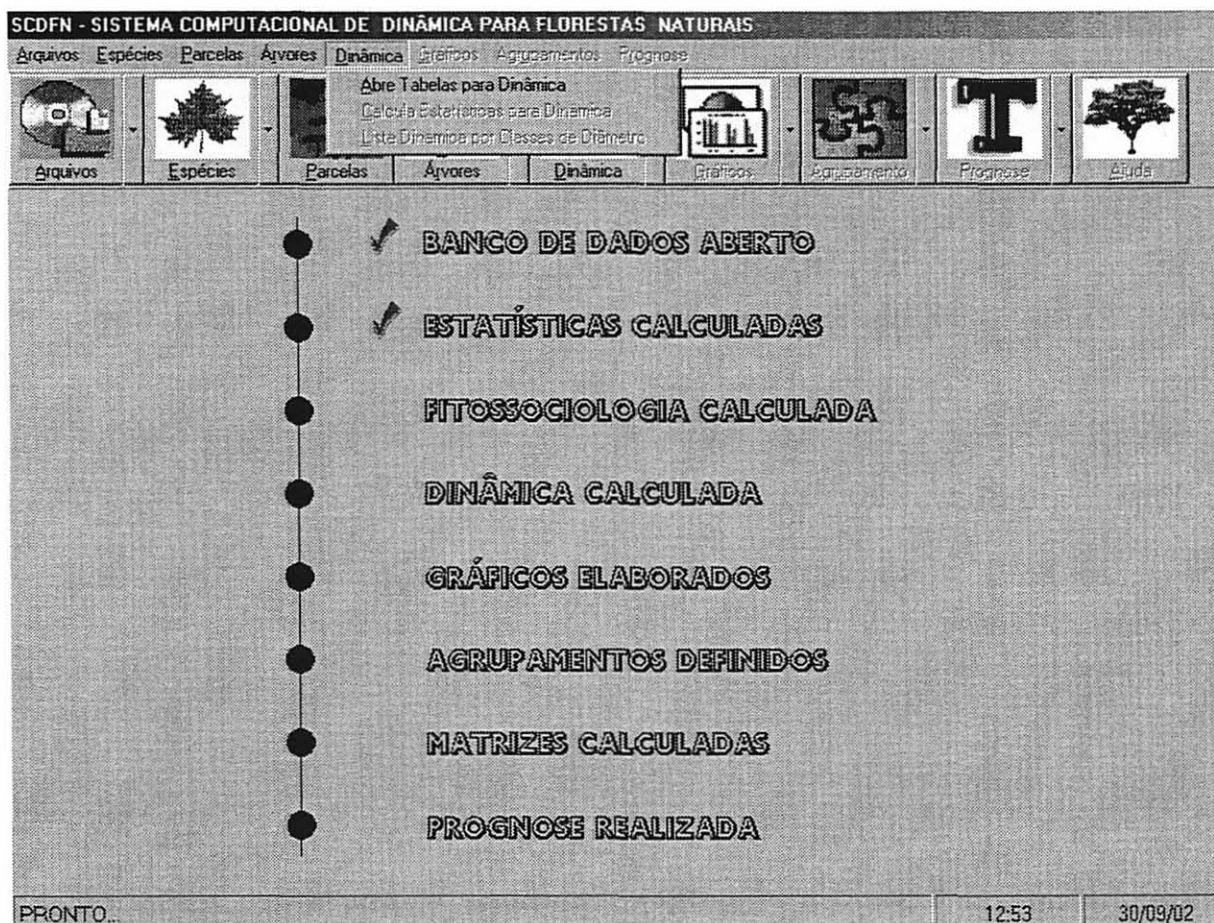


FIGURA 65 – Tela mostrando o sub menu da opção “Dinâmica”, Curitiba, PR, 2002

No lado superior esquerdo dessa tela, sob a denominação “Tabelas(s) Existente(s) no Banco de Dados”, são listadas todas as tabelas referentes às parcelas existentes. O usuário pode escolher uma ou mais tabelas de parcelas pertencentes ao ano de medição a ser considerado como o primeiro ano para efeito dos cálculos. Essas tabelas devem pertencer a um mesmo ano de medição e são transferidas para a lista das tabelas a serem abertas, mostrada no lado superior direito da tela, pressionando-se a tecla “>>”, que torna-se habilitada depois de escolhida a primeira tabela. Se o usuário desejar, a escolha pode ser cancelada pressionando-se a tecla “<<”. Uma vez determinadas as tabelas a serem abertas, pressiona-se a tecla “Abre”, que faz com que apareça, no lado inferior esquerdo, uma lista de todas as tabelas cujos nomes têm correspondentes nas tabelas abertas para o

primeiro ano. Seleciona-se então a tabela ou tabelas correspondentes a serem consideradas como o segundo ano de medição, pressiona-se a tecla ">>" e as tabelas marcadas são transferidos para a janela do lado inferior direito. Pressionando-se a tecla "Abre" as tabelas do segundo ano são abertas e o sistema pergunta se o usuário deseja selecionar as espécies a serem consideradas nos cálculos, conforme mostra a Figura 67.

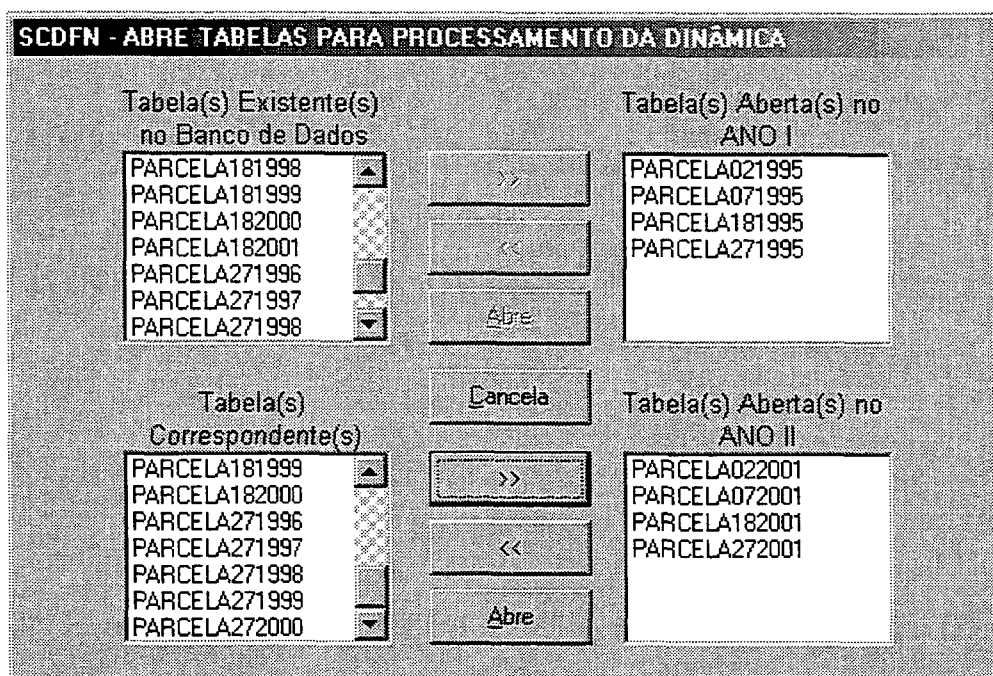


FIGURA 66 – Tela de abertura das tabelas para cálculo da dinâmica, Curitiba, PR, 2002

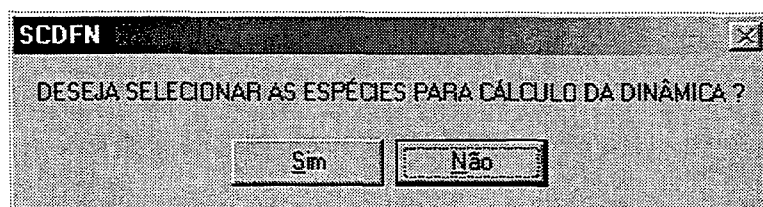


FIGURA 67 – Tela perguntando se o usuário deseja selecionar as espécies para o cálculo das estatísticas da dinâmica, Curitiba, PR, 2002

Em caso negativo as tabelas são abertas e a opção para cálculo das estatísticas da dinâmica é habilitada no sub menu "Dinâmica".

Se o usuário desejar escolher as espécies a serem usadas nos cálculos, a tela mostrada na Figura 68 é apresentada. A tela para a escolha das espécies mostra, no lado esquerdo, uma lista de todas as espécies, com respectivo código, presentes nas parcelas processadas. Para selecionar uma espécie pressiona-se o botão do lado esquerdo do mouse sobre o nome da espécie e pressiona-se o botão ">>". Se o usuário desejar cancelar uma seleção basta pressionar o botão "<<" que fará com que a espécie retorne para a lista do lado esquerdo. Uma vez escolhidas as espécies pressiona-se o botão "Encerra" e as tabelas referentes ao primeiro e ao segundo ano de medição são abertas contendo somente as espécies selecionadas e a opção para cálculo das estatísticas da dinâmica é habilitada no sub menu "Dinâmica".

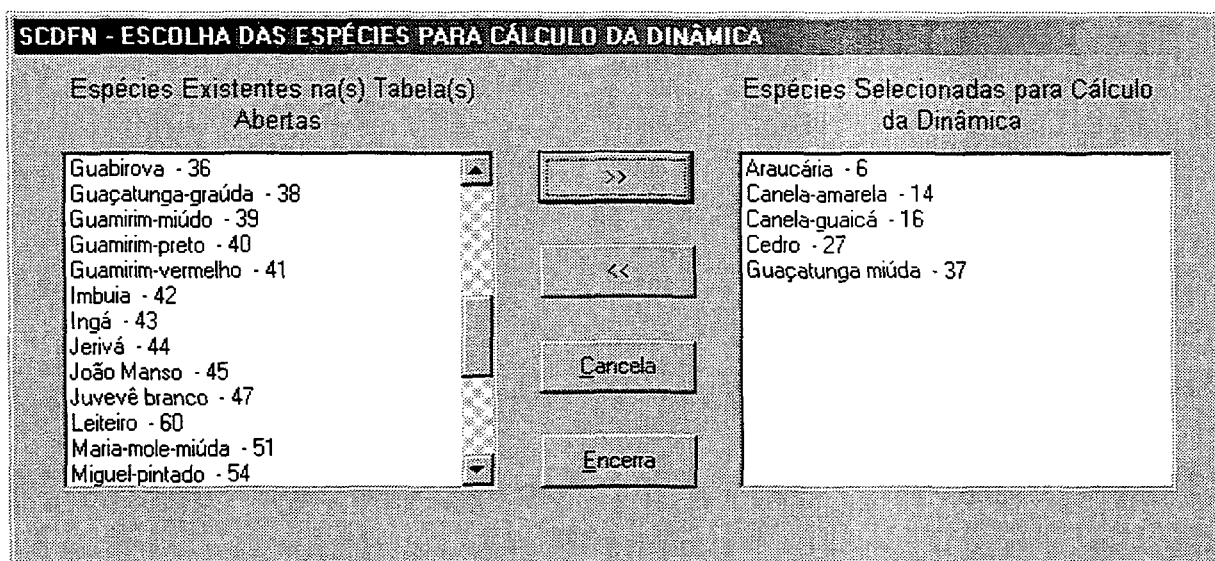


FIGURA 68 – Tela para a escolha das espécies a serem consideradas no cálculo das estatísticas da dinâmica da floresta, Curitiba, PR, 2002

O cálculo das estatísticas da dinâmica é feito pela escolha da opção correspondente no sub menu. Para efeito desses cálculos são consideradas árvores ingressas aquelas que atingiram um DAP de 10 cm ou mais no período considerado, vivas as que apresentam valores diferentes zero no campo do atributo CAP, em ambos os anos considerados, e mortas aquelas que apresentam valor diferente de zero no primeiro ano e igual a zero no segundo. A classe de diâmetro, fixa ou variável, é calculada para cada indivíduo, tomando por base o DAP no segundo ano, nos caso de árvores vivas e ingressas, e o DAP no primeiro ano no caso das árvores que morreram no período de cálculo. É possível

acontecer que o diâmetro de uma árvore diminua no período considerado, devido a causas como perda da casca, fogo, doença, senilidade do indivíduo ou erro de medição. Nesses casos o critério usado, para efeito dos cálculos, foi o de somar 0,01 cm ao DAP do primeiro ano e considerar o resultado como sendo o DAP do segundo ano. Isso implica, em termos práticos, em considerar o incremento em diâmetro como sendo sempre maior que zero, além de forçar o indivíduo a permanecer na mesma classe de diâmetro. O procedimento que calcula as estatísticas da dinâmica da floresta também acumula o número de indivíduos que permanecem ou que mudam de classe de diâmetro no período e ajusta as equações de regressão que serão usadas para estimar a mortalidade, quer para classes de diâmetros fixas quer para as classes de diâmetros variáveis. Caso o número de pontos não seja suficiente para o ajuste das equações uma mensagem alertando o usuário é emitida (Figura 69).

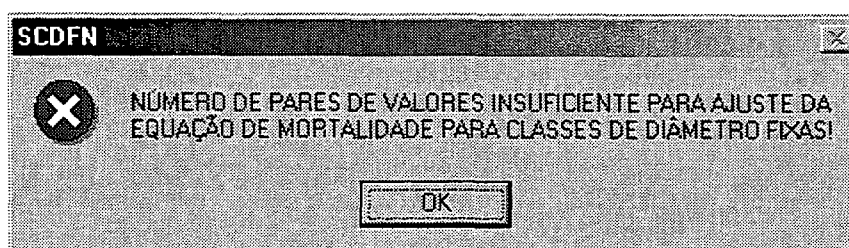


FIGURA 69 – Mensagem informando o usuário que o número de pontos é insuficiente para o ajuste da equação de mortalidade, Curitiba, PR, 2002

Após os cálculos das estatísticas da dinâmica a opção de listagem dos resultados no sub menu “Dinâmica” e as opções de menu e barra menu “Gráficos”, “Agrupamento” e “Prognose” são habilitadas. Se a opção de listagem dos resultados for solicitada é apresentada a tela mostrada na Figura 70, cujas listagens impressas, para classes de diâmetros fixas e variáveis, são apresentadas nos Anexos 6 e 7, respectivamente.

As estatísticas da dinâmica, calculadas para as parcelas selecionadas, para cada espécie e para o total das parcelas e por classes de diâmetros, são o número de árvores por parcela, o incremento periódico anual médio do DAP por parcela, em cm, o incremento periódico anual médio em área basal, em m^2 por parcela, o índice de competição “G” de KOYHAMA (1991), em m^2 por parcela, e o número de árvores ingressas, por parcela ou parcelas, no período.

SCDFN - ESTATÍSTICAS DA DINÂMICA POR ESPÉCIES E CLASSES DE DIÂMETRO FIXAS

Zoom 100%

SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA
PARA FLORESTAS NATURAIS

1.10
27/06/02

ESTATÍSTICAS DA DINÂMICA POR ESPÉCIES E CLASSES DE DIÂMETRO

ESPÉCIE	CLASSES DE DIÂMETRO (cm)													TOTAL
	10,00	20,00	30,00	40,00	50,00	60,00	70,00	80,00	90,00	100,00	110,00	120,00	>	
	19,99	29,99	39,99	49,99	59,99	69,99	79,99	89,99	99,99	109,99	119,99	129,99	130,00	
Açoita-cavalo / <i>Labelea divaricata</i> / TILIACEAE														
Nº Árvores	3	5	1	1	1		1	1						13
IPA DAP Médio - cm	0,25	0,14	0,25	0,05	0,16		1,15	0,00						0,24
IPA g Médio - cm ² /m ²	18,64	29,60	14,08	3,67	14,76		127,99	0,23						208,98
Índice "G" - m ²	1,90	1,84	1,59	1,49	1,33	1,06	1,06	0,62						1,90
Ingresso														
Mortalidade														
Ameixeira / <i>Eriobotrya japonica</i> / ROSACEAE														
Nº Árvores														
IPA DAP Médio - cm														
IPA g Médio - cm ² /m ²														
Índice "G" - m ²														
Ingresso														
Mortalidade		1												1
Araçá / <i>Psidium sp.</i> / MYRTACEAE														
Nº Árvores	3	1												4
IPA DAP Médio - cm	0,04	0,29												0,10
IPA g Médio - cm ² /m ²	3,33	10,25												13,58
Índice "G" - m ²	0,09	0,04												0,09
Ingresso														

Pages: 1

FIGURA 70 – Tela mostrando o relatório de estatísticas da dinâmica da floresta, para as quatro parcelas do projeto PELD, no período de 1995 a 2001, para classes de diâmetros fixas, ordenado por nome comum, Curitiba, PR, 2002

4.10 GRÁFICOS

A opção “Gráficos” de menu e barra menu torna-se habilitada após a execução dos cálculos das estatísticas da dinâmica por parcelas e apresenta o sub menu mostrado na Figura 71, onde somente a opção “Elabora gráficos” está habilitada. Ao ser executada essa opção ficam disponíveis, ao usuário, os gráficos cuja elaboração depende dos resultados obtidos quando da execução da dinâmica, tanto para classes de diâmetros fixas quanto para classes de diâmetro variáveis.

Os gráficos gerados pelo sistema são os seguintes:

- número de árvores por parcela;
- área basal em m² por parcela;
- incremento periódico anual médio em diâmetro por parcela, em cm;

- incremento periódico anual médio em área basal em m^2 por parcela;
- índice de competição K em m^2 por parcela;
- mortalidade; e
- resultados do ajuste das equações de regressão para estimativas da mortalidade.

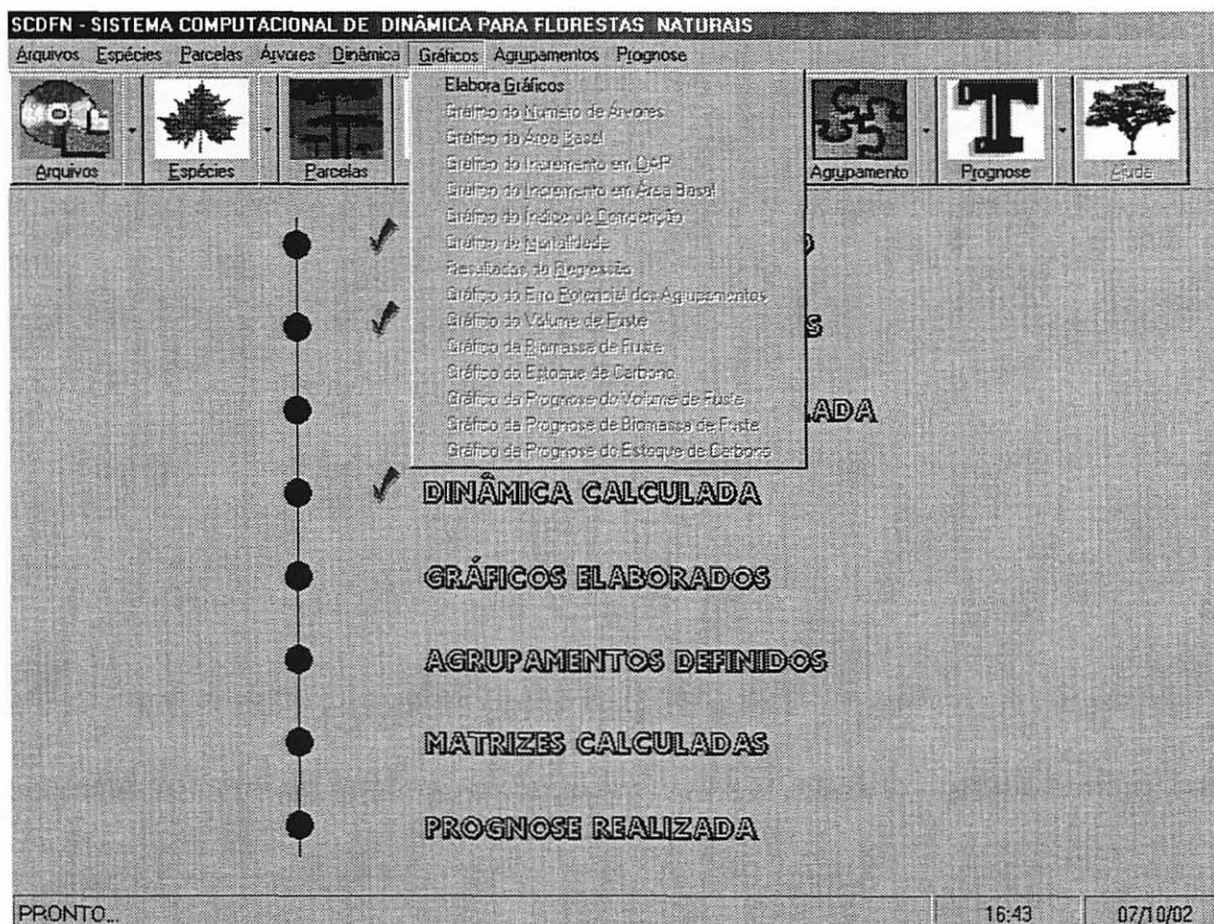


FIGURA 71 – Tela mostrando o sub menu opção “Gráfico”, onde somente a opção para elaboração dos gráficos está habilitada, Curitiba, PR, 2002

A opção de “Gráficos”, que mostra a relação entre o número de espécies e a área amostrada, é habilitada após a elaboração dos gráficos e desde que a fitossociologia das espécies tenha sido calculada. Caso contrário a opção não aparece no sub menu. Os gráficos mostrando os volumes de fuste, pesos da biomassa de fuste e estoque de carbono do fuste, por classes de diâmetros, são elaborados quando da execução da prognose em opção específica, enquanto que o gráfico mostrando a evolução do erro potencial dos agrupamentos ótimos é habilitado após a execução do procedimento “Agrupamento”.

Todos os gráficos gerados pelo sistema são apresentados no Anexo 8, enquanto que as Figuras 72 e 73 mostram dois exemplos dos gráficos gerados, para a variável número de árvores por parcela, para classes de diâmetros fixas e variáveis.

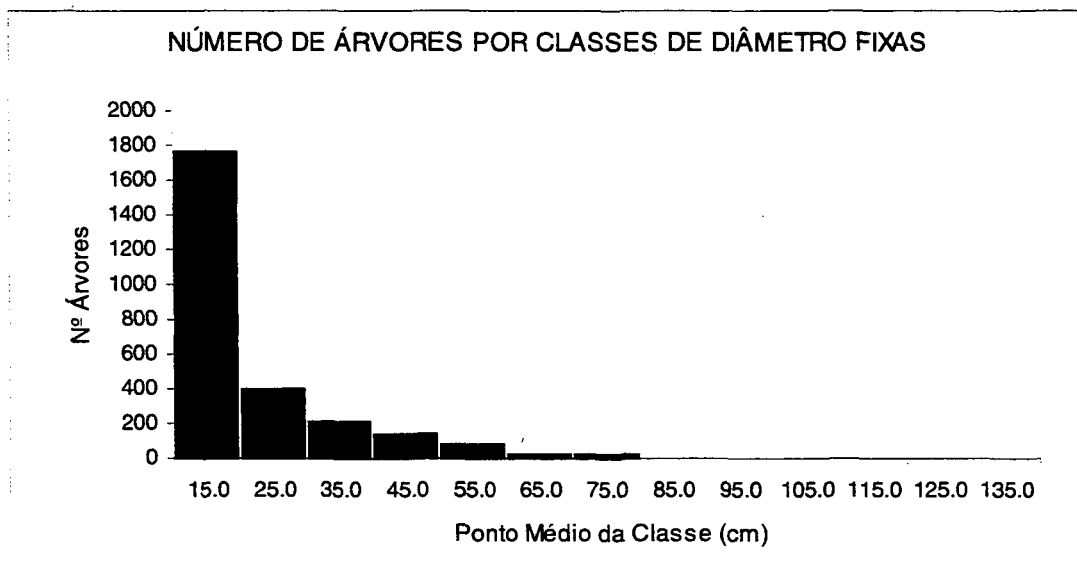


FIGURA 72 – Gráfico do número de árvores, para as quatro parcelas do projeto PELD, para classes de diâmetros fixas, na medição referente ao ano de 2001, Curitiba, PR, 2002

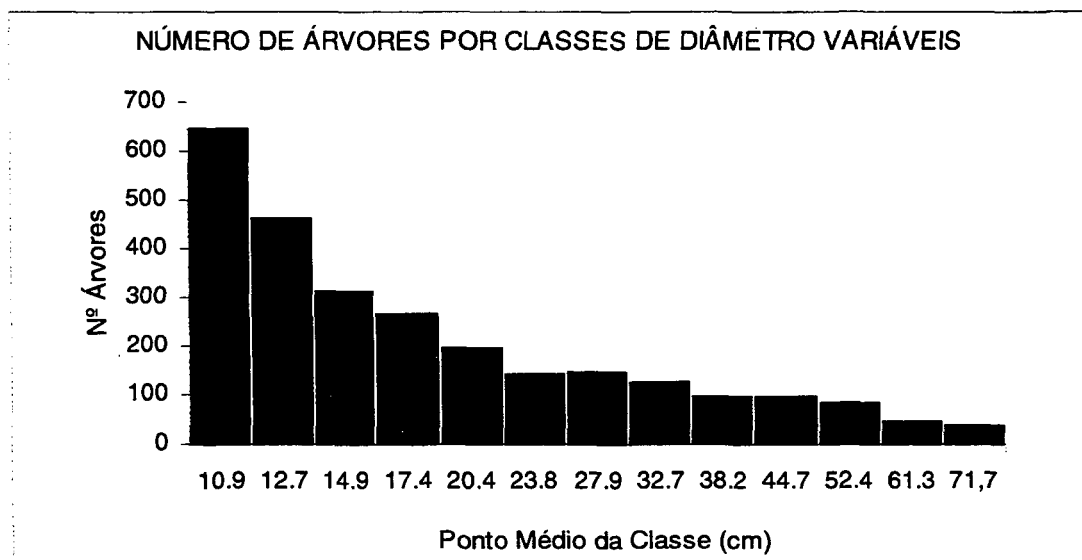


FIGURA 73 – Gráfico do número de árvores, para as quatro parcelas do projeto PELD, para classes de diâmetros variáveis, na medição referente ao ano de 2001, Curitiba, PR, 2002

A Figura 74 apresenta o gráfico da relação Espécies / Área para a parcela número dois, na medição feita no ano de 2001 e as Figuras 75 e 76 mostram os resultados do ajuste do modelo de equação da regressão para as estimativas da mortalidade, nas quatro parcelas do projeto PELD, para classes de diâmetros fixas e variáveis.

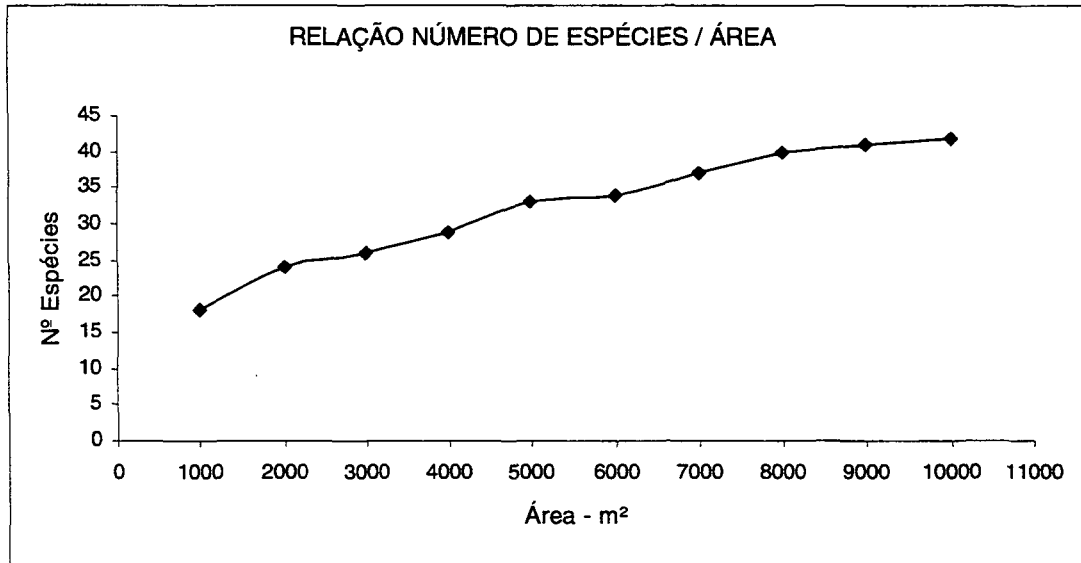


FIGURA 74 – Gráfico apresentando a relação Espécie / Área, para a parcela número dois medida em 2001, Curitiba, PR, 2002

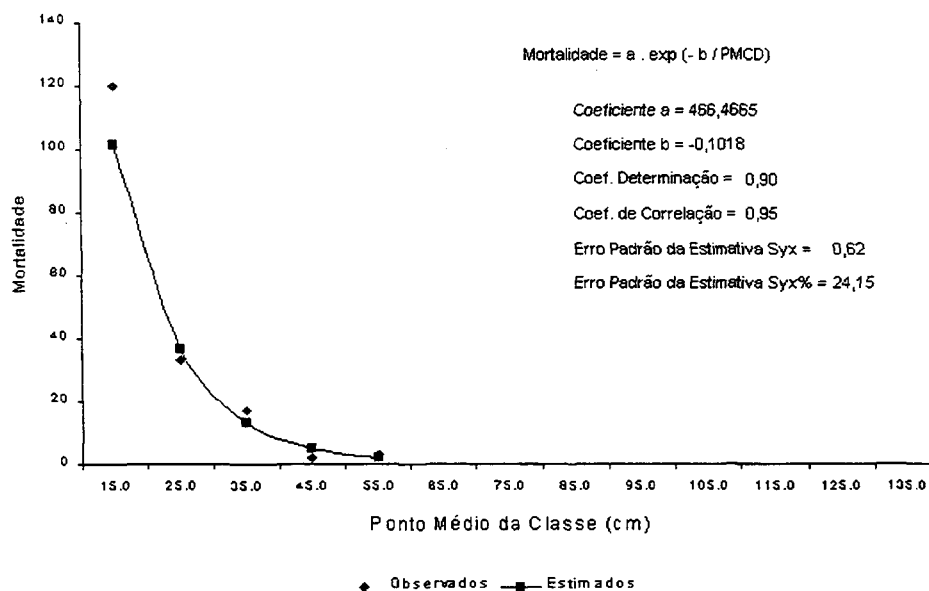


FIGURA 75 – Resultados do ajuste da equação de regressão para estimar a mortalidade para classes de diâmetros fixas, considerando as estatísticas da dinâmica do período de 1995 a 2001, para as quatro parcelas do projeto PELD, Curitiba, PR, 2002

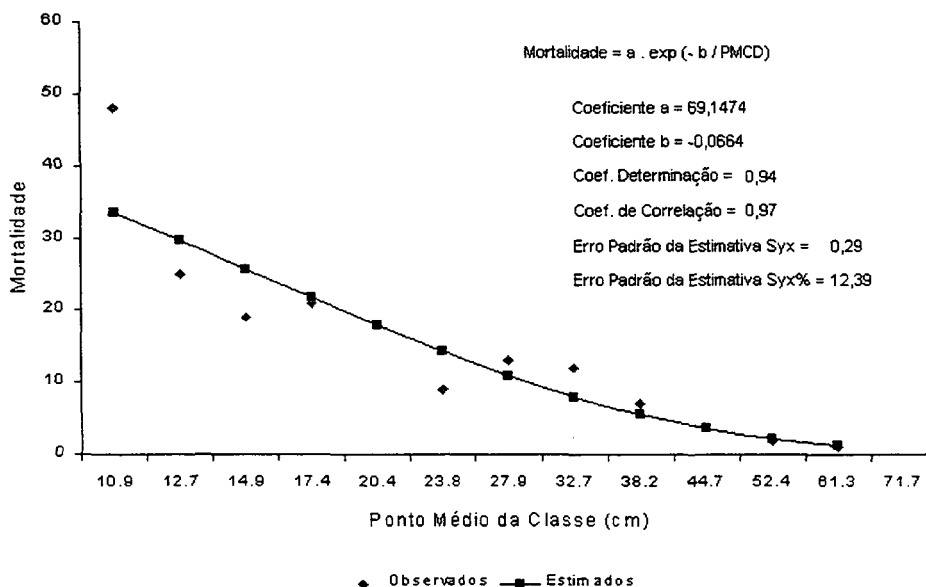


FIGURA 76 – Resultados do ajuste da equação de regressão para estimar a mortalidade para classes de diâmetros variáveis, considerando as estatísticas da dinâmica do período de 1995 a 2001, para as quatro parcelas do projeto PELD, Curitiba, PR, 2002

4.11 AGRUPAMENTOS

A opção que permite que espécies sejam agrupadas, segundo a técnica de análise de grupos hierárquicos, torna-se habilitada após a obtenção das estatísticas da dinâmica. É importante para o correto funcionamento do algoritmo que as parcelas usadas para o cálculo das estatísticas da dinâmica sejam as mesmas usadas no cálculo das estatísticas por parcela, uma vez que o sistema usa de resultados dos dois procedimentos para a determinação dos agrupamentos ótimos. A composição dessas tabelas pode ser verificada passando-se com o mouse sob o título dos respectivos procedimentos na tela principal, conforme pode ser observado na Figura 8. Os agrupamentos ótimos são feitos considerando as estatísticas diâmetro máximo, oriunda das estatísticas das parcelas e incremento periódico médio em DAP, oriundo das estatísticas da dinâmica, para todas as espécies presentes nas parcelas processadas. A opção “Agrupamento” possui dois sub menus. O primeiro executa os agrupamentos ótimos e o segundo apresenta e imprime os resultados obtidos (Figura 77). Ao se executar a primeira opção do sub menu o sistema apresenta a tela mostrada na Figura 78, onde é solicitado do usuário se os agrupamentos devem ser feitos com base em dados normalizados ou não. Depois de obtidos os agrupamentos ótimos as opções no sub menu, para obtenção das listagens dos resultados,

e a opção do sub menu de “Gráficos”, que permite a obtenção do gráfico da evolução do erro potencial dos agrupamentos, tornam-se habilitadas.

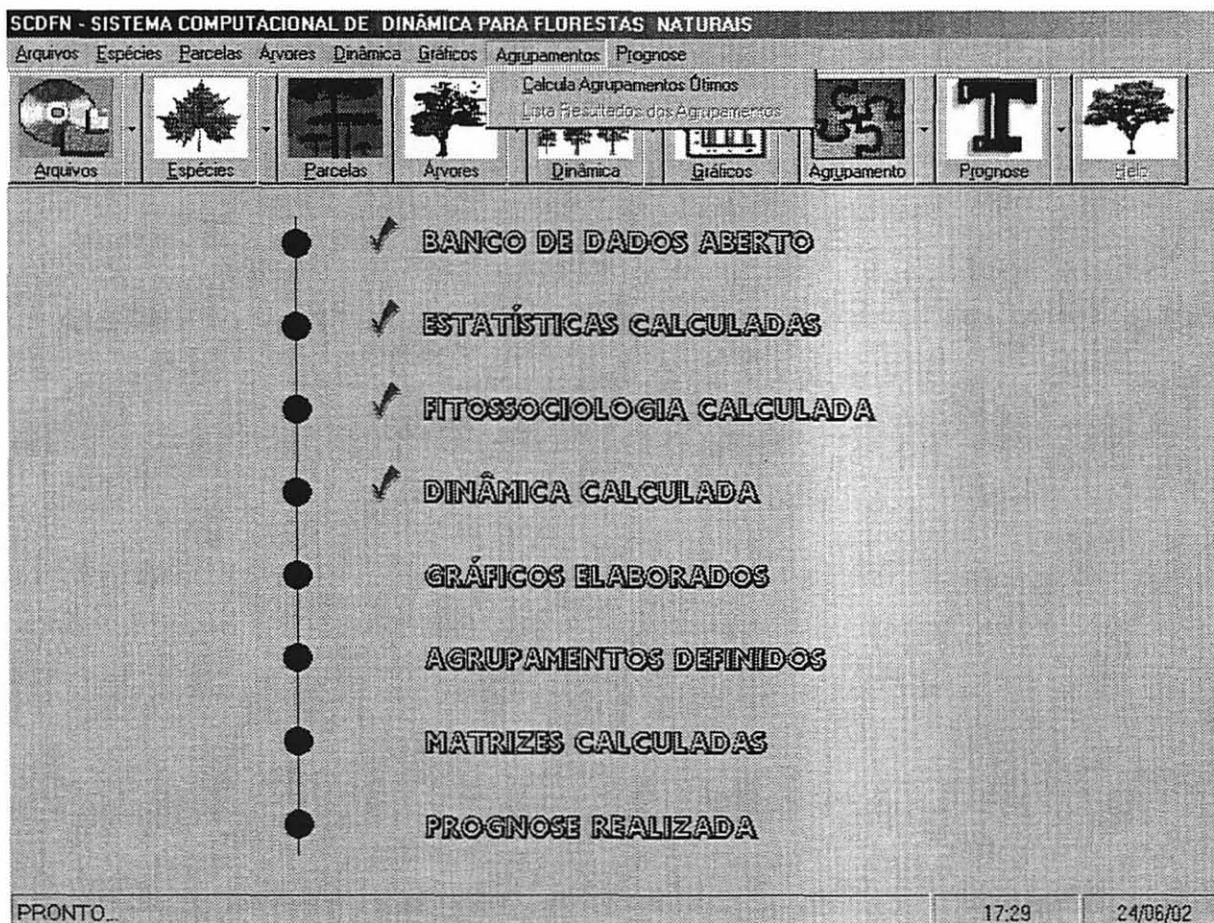


FIGURA 77 – Tela principal mostrando o sub menu da opção “Agrupamento”, Curitiba, PR, 2002

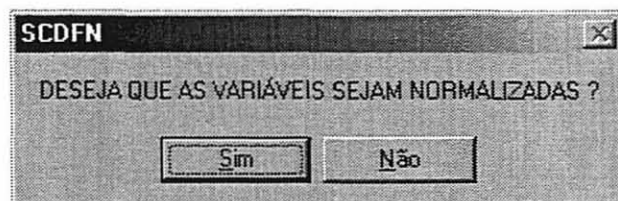


FIGURA 78 – Mensagem solicitando do usuário se deseja normalização das variáveis, Curitiba, PR, 2002

Quando a opção de obtenção de listagem é solicitada a tela mostrada na Figura 79 é apresentada, sendo que os relatórios completos, para as variáveis normalizadas e não normalizadas, são apresentados nos Anexos 9 e 10, respectivamente.

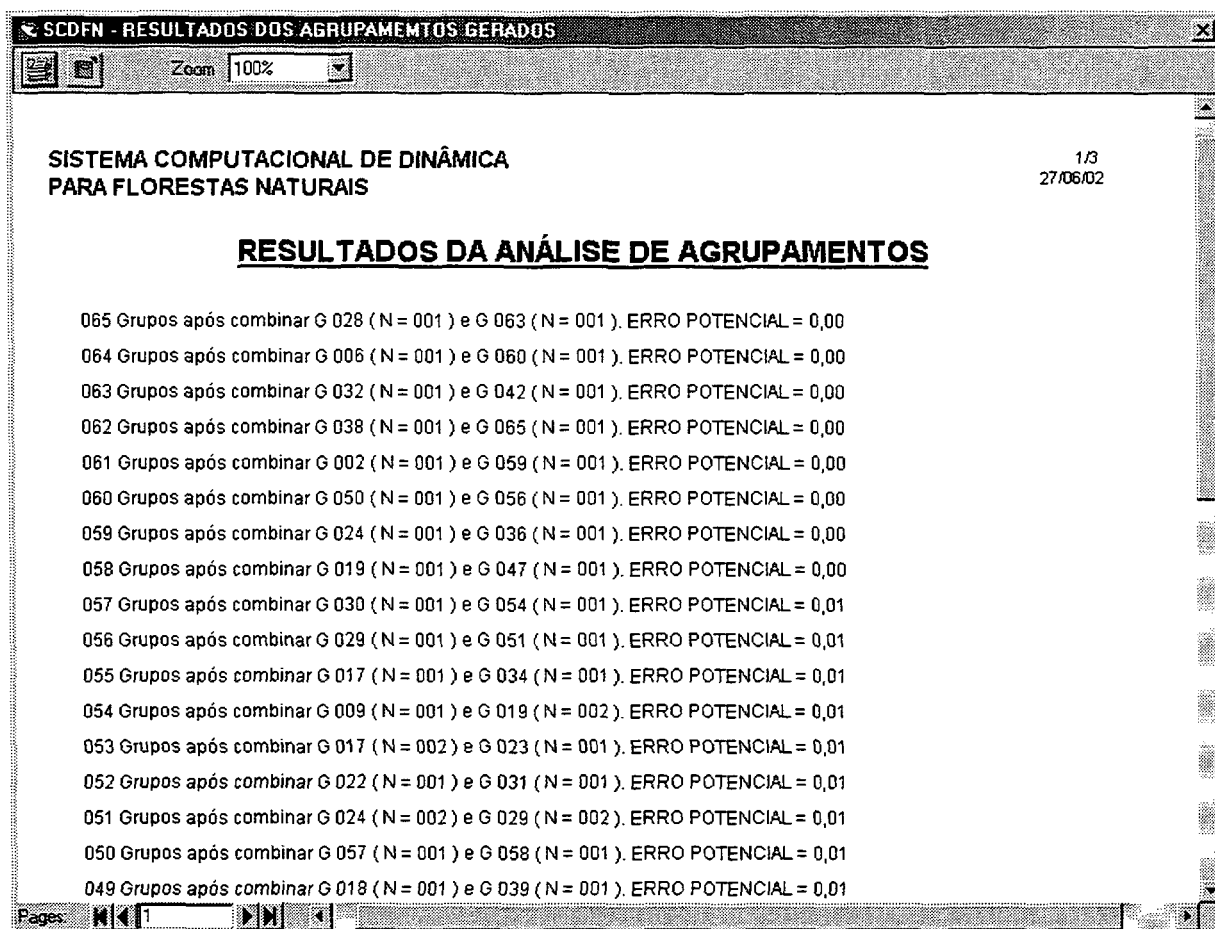


FIGURA 79 – Tela mostrando o resultado do agrupamento das espécies presentes nas quatro parcelas do projeto PELD com base nas estatísticas das parcelas e da dinâmica, para as variáveis normalizadas, no período de 1995 a 2001, Curitiba, PR, 2002

Partindo do número total de espécies o relatório gerado pelo sistema informa quais espécies foram agrupadas por ciclo e qual a soma dos quadrados do erro acumulada originária do agrupamento. Para os últimos cinco agrupamentos gerados são especificados quais grupos foram unidos e quais espécies passam a fazer parte do novo grupo, até que existam somente dois grupos. O erro potencial acumulado indica o grau de homogeneidade dos grupos unidos e, desta forma, um acréscimo grande no erro é indicativo que os grupos unidos são heterogêneos. O comportamento do erro pode ser observado por meio dos

gráficos de soma dos quadrados dos erros potenciais para as variáveis normalizadas e originais, como mostram as Figuras 80 e 81, respectivamente.

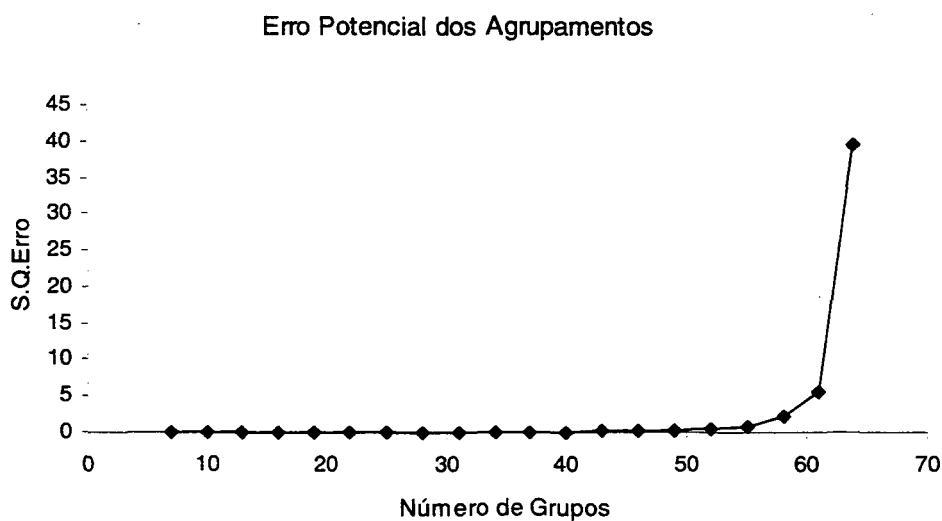


FIGURA 80 - Gráfico do erro potencial no agrupamento das espécies presentes nas quatro parcelas do projeto PELD, no período de 1995 a 2001, para as variáveis normalizadas, Curitiba, PR, 2002

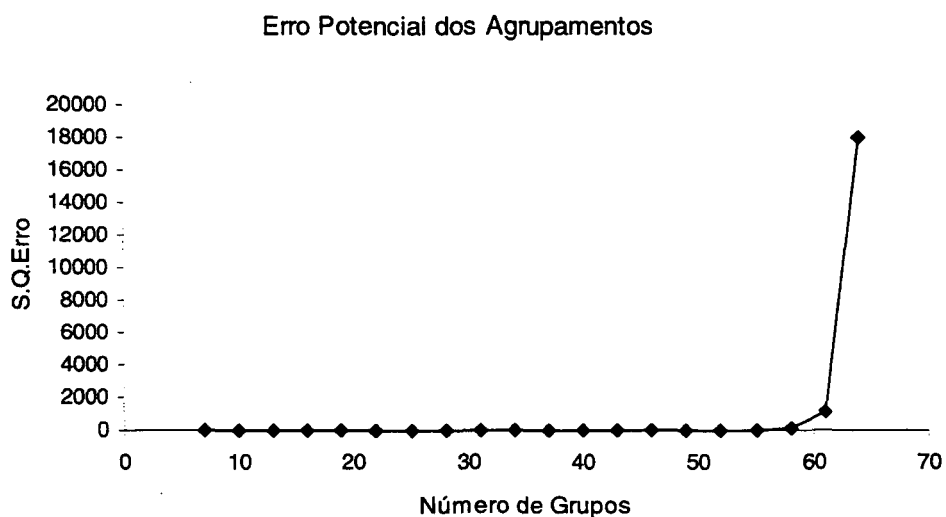


FIGURA 81 - Gráfico do erro potencial no agrupamento das espécies presentes nas quatro parcelas do projeto PELD, no período de 1995 a 2001, para as variáveis originais, Curitiba, PR, 2002

Apesar das curvas possuírem o mesmo padrão, a magnitude da soma dos quadrados do erro é significativamente menor quando as variáveis são normalizadas. O fato de o erro ser menor para as variáveis normalizadas é intrínseco ao objetivo da normalização, que é eliminar o fator escala das variáveis usadas na definição dos agrupamentos. No presente trabalho a normalização é efetiva, uma vez que a magnitude do diâmetro máximo é muito superior ao incremento médio em diâmetro, para uma mesma espécie. Outro aspecto a ser salientado é que o número de agrupamentos ótimos foi quatro, para ambas as situações, ocorrendo, no entanto, diferenças na composição dos grupos resultantes. Para as variáveis normalizadas o primeiro grupo contém seis espécies, o segundo 31, o terceiro trinta e o quarto quatro espécies, enquanto que para as variáveis originais o primeiro grupo contém cinco espécies, o segundo 41, o terceiro vinte e o quarto duas espécies. Analisando os grupos formados destaca-se que as cinco espécies presentes no primeiro grupo, obtido com as variáveis originais, estão também presentes no grupo obtido com as variáveis normalizadas e que essas espécies são as que apresentaram os maiores diâmetros máximos e os maiores incrementos, confirmando o proposto por ALDER (1995).

4.12 PROGNOSE

A opção "Prognose", do menu ou barra menu, quando solicitada apresenta as opções de sub menu mostradas na Figura 82, sendo que somente a opção que possibilita o cálculo das matrizes de progressão e de transição está habilitada. Após o cálculo das matrizes, feito com base nos resultados das estatísticas da dinâmica das parcelas usadas, as opções do sub menu para cálculo da projeção e listagem das matrizes de progressão e de transição tornam-se habilitadas.

As listagens das matrizes obtidas podem ser feitas para classes de diâmetros fixas ou variáveis. A matriz de progressão contém o número de indivíduos que permaneceu ou mudou de classe diamétrica, o número dos que ingressaram e o número dos que morreram no período considerado, como pode ser observado na tela mostrada na Figura 83 e nos resultados impressos no Anexo 11.

A opção que permite obter a listagem da matriz de probabilidades apresenta a tela da Figura 84, cujas formas impressas são apresentadas no anexo 12. Essas matrizes contém as probabilidades dos indivíduos permanecerem na mesma classe, mudarem de classe, morrerem ou ingressarem e formam a base usada para a obtenção das prognoses ou projeções.

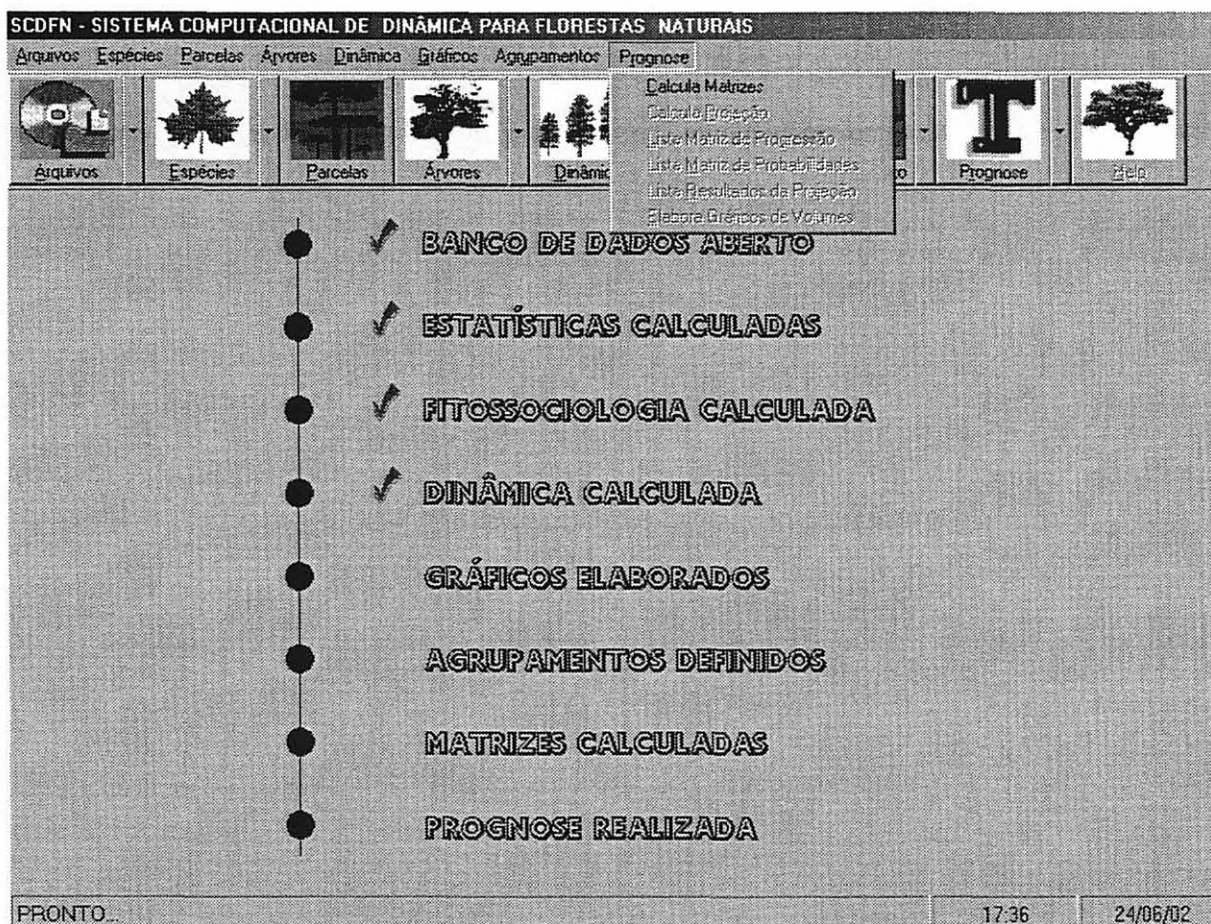


FIGURA 82 - Tela principal do sistema mostrando o sub menu da opção “Prognose”, Curitiba, PR, 2002

A opção do sub menu que calcula a projeção, quando acessada, apresenta a tela da Figura 85. Nessa tela são apresentadas ao usuário as opções disponíveis para o cálculo das projeções. Inicialmente o usuário especifica o número de períodos desejado na prognose, onde um período corresponde ao número de anos que foi usado para a obtenção da matriz de transição. Dessa forma, por exemplo, se a matriz de transição foi calculada para parcelas medidas em 1995 e 2001 o período é de seis anos e a projeção é feita para cada seis anos. Uma vez determinado o número de períodos a serem projetados o usuário pode escolher entre usar como número de indivíduos ingressos o valor apurado nos cálculos das estatísticas da dinâmica ou especificar um valor total arbitrário. Se a opção for especificar um valor, o campo para entrada do valor é habilitado (Figura 86).

O valor total arbitrário especificado para o ingresso é alocado de forma proporcional nas classes de diâmetros, tomando por base as proporções calculadas nas estatísticas da dinâmica. Esse artifício é usado uma vez que é possível haver ingresso em classes de

diâmetro que não a primeira, dependendo do intervalo de tempo da matriz de transição, pois intervalos maiores tendem a permitir o ingresso em classes maiores que a primeira.

SCDFN - LISTA MATRIZ DE PROGRESSÃO GERADA PARA CLASSES DE DIÂMETRO FIXAS

Zoom 100%

SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA
PARA FLORESTAS NATURAIS

1/1
27/06/02

MATRIZ DE PROGRESSÃO POR CLASSE DE DIÂMETRO FIXA

Classes de Diâmetro (cm)	CLASSES DE DIÂMETRO (cm)													MORT.	TOTAL			
	10,00 19,99	20,00 29,99	30,00 39,99	40,00 49,99	50,00 59,99	60,00 69,99	70,00 79,99	80,00 89,99	90,00 99,99	100,00 109,99	110,00 119,99	120,00 129,99	>= 130,00					
INGRESSO	424	7	2	1	2												436	
10,00-19,99	1345	89	1														120	1555
20,00-29,99		305	48														33	386
30,00-39,99			155	23													17	195
40,00-49,99				114	21												2	137
50,00-59,99					57	5											3	65
60,00-69,99						22	10											32
70,00-79,99							10	2										12
80,00-89,99								3										3
90,00-99,99																		
100,00-109,99										2	1							3
110,00-119,99																		
120,00-129,99																		
> 130,00																3		3
TOTAL	1769	401	206	138	80	27	20	5		2	1				3	175	2827	

Pages: 1

FIGURA 83 – Tela mostrando os resultados obtidos para a matriz de progressão para classes de diâmetros fixas, para as quatro parcelas do projeto PELD, no período de 1995 a 2001, Curitiba, PR, 2002

Para o cálculo da mortalidade o sistema permite que o usuário escolha entre três opções: considerar a mortalidade verificada nos dados das parcelas processadas; especificar um valor total arbitrário; e usar a equação de regressão ajustada para estimar as mortalidades para as respectivas classes de diâmetros. Se a opção for pela definição de um valor total arbitrário para a mortalidade, o campo para a entrada do valor é habilitado, como mostra a Figura 87.

LISTA MATRIZ DE PROBABILIDADES DE AVANÇO POR CLASSES DE DIÂMETRO FIXAS

Zoom 100%

SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA
PARA FLORESTAS NATURAIS

1/1
27/06/02

MATRIZ DE PROBABILIDADES POR CLASSE DE DIÂMETRO FIXA

Classes de Diâmetro (cm)	CLASSES DE DIÂMETRO (cm)													MORT.	TOTAL			
	10,00-19,99	20,00-29,99	30,00-39,99	40,00-49,99	50,00-59,99	60,00-69,99	70,00-79,99	80,00-89,99	90,00-99,99	100,00-109,99	110,00-119,99	120,00-129,99	>= 130,00					
INGRESSO	0,972	0,016	0,005	0,002	0,005												1,000	
10,00-19,99	0,865	0,057	0,001														0,077	1,000
20,00-29,99		0,790	0,124														0,085	1,000
30,00-39,99			0,795	0,118													0,087	1,000
40,00-49,99				0,832	0,153												0,015	1,000
50,00-59,99					0,877	0,077											0,046	1,000
60,00-69,99						0,688	0,313											1,000
70,00-79,99							0,833	0,167										1,000
80,00-89,99								1,000										1,000
90,00-99,99																		1,000
100,00-109,99										0,667	0,333							1,000
110,00-119,99																		1,000
120,00-129,99																		1,000
> 130,00																	1,000	1,000

MORT = Mortalidade

Pages: 1

FIGURA 84 – Tela mostrando os resultados obtidos para a matriz de probabilidades para classes de diâmetros fixas, para as quatro parcelas do projeto PELD, no período de 1995 a 2001, Curitiba, PR, 2002

SCDFN - DADOS PARA PROJEÇÃO

PROJEÇÃO

Número de Períodos: 10

INGRESSO

Obtido nas Parcelas

Valor Total Fixo Arbitrário: 230

MORTALIDADE

Obtida nas Parcelas

Valor Total Fixo Arbitrário

Estimado pela Equação Ajustada

Executa

FIGURA 85 – Tela de opções para a realização das projeções, Curitiba, PR, 2002

SCDFN - DADOS PARA PROJEÇÃO

PROJEÇÃO
Número de Períodos: 10

INGRESSO
 Obtido nas Parcelas
 Valor Total Fixo Arbitrário: 230

MORTALIDADE
 Obtida nas Parcelas
 Valor Total Fixo Arbitrário: 20
 Estimado pela Equação Ajustada

Executa

FIGURA 86 – Tela de dados para a projeção com o campo para a entrada do valor total arbitrário de ingresso, Curitiba, PR, 2002

SCDFN - DADOS PARA PROJEÇÃO

PROJEÇÃO
Número de Períodos: 20

INGRESSO
 Obtido nas Parcelas
 Valor Total Fixo Arbitrário

MORTALIDADE
 Obtida nas Parcelas
 Valor Total Fixo Arbitrário
 Estimado pela Equação Ajustada

Executa

FIGURA 87 – Tela de dados para a projeção com o campo para a entrada do valor total arbitrário de mortalidade, Curitiba, PR, 2002

Assim como no caso do valor do ingresso, também o valor da mortalidade total arbitrária é alocado proporcionalmente às classes de diâmetros com base nas proporções calculadas para os dados originais. Como os valores de mortalidade são alterados, novas probabilidades de avanço são geradas e foram modificadas para assegurar que a soma final seja igual a um, segundo metodologia apresentada por SANQUETTA *et al.* (1997).

Se for escolhido o uso das equações de mortalidade ajustadas, o sistema automaticamente estima o valor para a classe de diâmetro respectiva desde que exista um

valor observado de mortalidade na classe considerada nos dados originais, adequando também as novas probabilidades geradas. As prognoses geradas após a execução do módulo podem ser analisadas visualmente na tela, como mostra a Figura 88, ou serem impressas, nas formas apresentadas nos Anexos 13 e 14, respectivamente.

SCDFN - PROJEÇÕES POR PERÍODOS E CLASSES DE DIÂMETRO FIXAS

Zoom 100%

SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA
PARA FLORESTAS NATURAIS

1/2
27/06/02

PROJEÇÕES POR PERÍODOS E CLASSE DE DIÂMETRO FIXA

TEMPO EM PERÍODOS	CLASSES DE DIÂMETRO (cm)													TOTAL
	10,00 19,99	20,00 29,99	30,00 39,99	40,00 49,99	50,00 59,99	60,00 69,99	70,00 79,99	80,00 89,99	90,00 99,99	100,00 109,99	110,00 119,99	120,00 129,99	> = 130,00	
001 Nº Árvores	1769	401	206	138	80	27	20	5		2	1		3	2652
001 Vol.Fuste m ³	106,7	85,4	121,1	174,2	180,1	104,3	99,4	35,3		17,7	4,6		19,5	948,3
001 Biom. Fuste ton	127,2	88,3	107,2	138,7	134,0	73,1	68,9	23,7		12,0	3,9		15,8	792,9
001 Estoque C ton	25,3	17,1	20,2	25,8	24,7	13,3	12,7	4,4		2,2	0,8		3,2	149,7
002 Nº Árvores	1954	425	217	140	93	25	25	8		1	1		3	2893
002 Vol.Fuste m ³	117,8	90,5	127,4	176,9	210,1	95,4	124,8	58,8		11,8	3,1		19,5	1036,2
002 Biom. Fuste ton	140,5	93,6	112,8	140,9	156,3	66,9	86,5	39,6		8,0	2,6		15,8	863,5
002 Estoque C ton	28,0	18,2	21,3	26,2	28,8	12,2	15,9	7,3		1,5	0,5		3,2	162,9
003 Nº Árvores	2114	455	228	143	105	24	29	13		1			3	3115
003 Vol.Fuste m ³	127,5	96,9	134,2	180,8	237,1	93,3	142,4	88,4		7,9	2,1		19,5	1129,9
003 Biom. Fuste ton	152,0	100,2	118,9	143,9	176,4	65,4	98,7	59,4		5,4	1,7		15,8	937,8
003 Estoque C ton	30,2	19,4	22,4	26,7	32,5	11,9	18,2	10,9		1,0	0,3		3,2	176,9
004 Nº Árvores	2253	487	241	147	116	25	31	17		1			3	3322
004 Vol.Fuste m ³	135,9	103,8	141,9	185,7	261,8	95,4	156,2	122,1		5,2	1,4		19,5	1228,9
004 Biom. Fuste ton	161,9	107,3	125,7	147,8	194,8	66,9	108,3	82,1		3,6	1,1		15,8	1015,4

Pages: 1

FIGURA 88 – Tela mostrando os resultados das projeções obtidas com base na matriz de transição obtida nas quatro parcelas do projeto PELD, para classes de diâmetros fixas, no período de 1995 a 2001, Curitiba, PR, 2002

Os relatórios gerados contêm as projeções do número de árvores por parcelas, o volume do fuste em m³ por parcela, o peso da biomassa verde de fuste em t por parcela e o estoque de carbono no fuste em t por parcela. Como essas estimativas são feitas multiplicando-se o número de árvores projetado pelo volume estimado para a classe de diâmetro em questão, as estimativas volumétricas foram calculadas de modo distinto para as araucárias e para as demais espécies folhosas. O sistema multiplica o número de árvores projetado por classe de diâmetro por um valor que representa a proporção de

araucárias ou de folhosas existentes na classe de diâmetro considerada e o resultado pelo volume estimado respectivo. A razão para tal procedimento é que os volumes das araucárias são estimados por meio de uma função polinomial de afilamento, específica para a espécie, considerada sua característica de forma. Uma vez geradas as prognoses a opção para elaboração dos gráficos dos volumes estimados é habilitada e, quando exercida, gera os gráficos apresentados no Anexo 8 e nos exemplos mostrados nas Figuras 89, 90, 91 e 92.

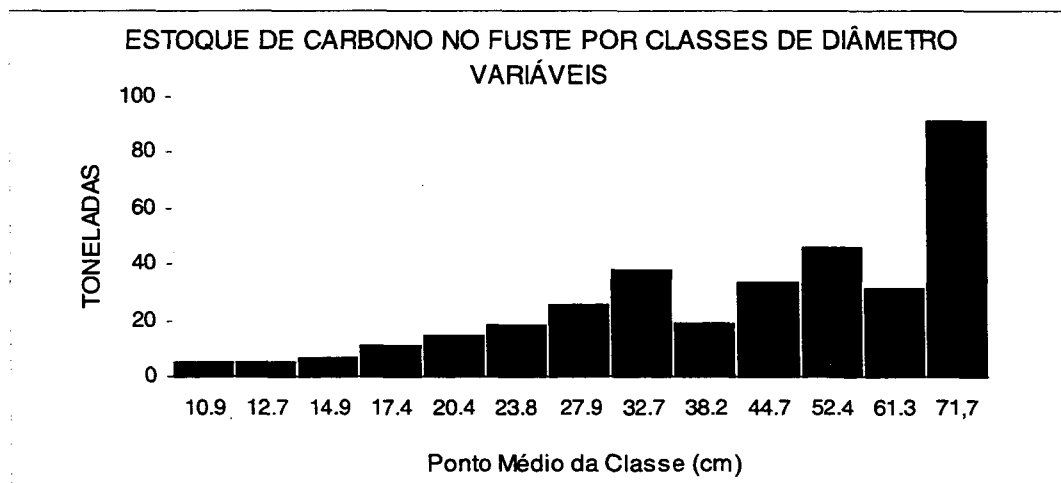


FIGURA 89 – Exemplo de gráfico gerado pelo sistema para o volume de fuste em m^3 , nas quatro parcelas do projeto PELD, para classes de diâmetros fixas, no período de 1995 a 2001, Curitiba, PR, 2002

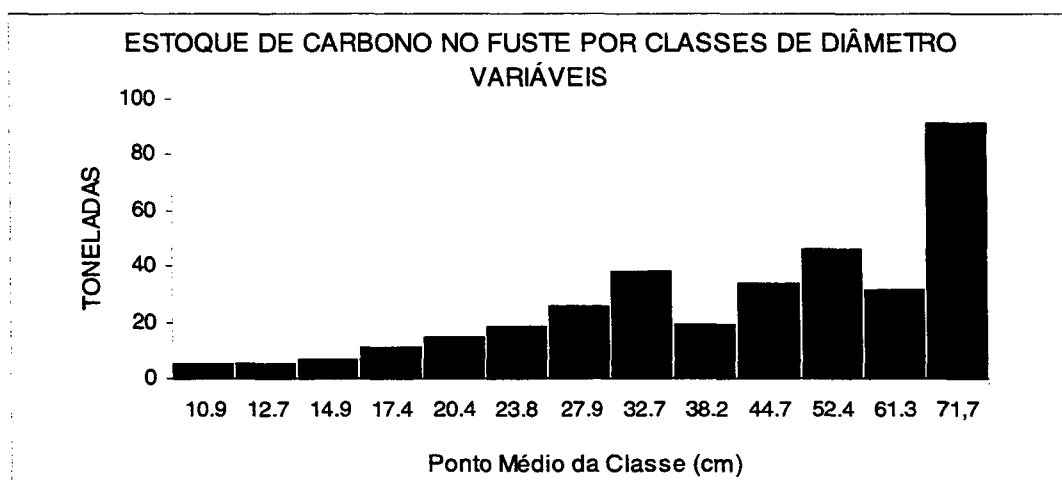


FIGURA 90 – Exemplo de gráfico gerado pelo sistema para o peso de biomassa verde do fuste em t, nas quatro parcelas do projeto PELD, para classes de diâmetros variáveis, no período de 1995 a 2001, Curitiba, PR, 2002

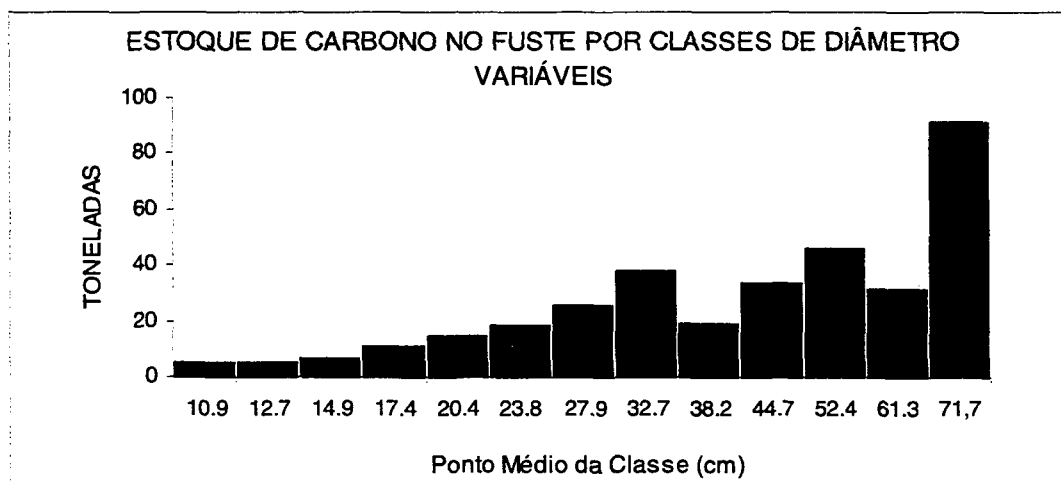


FIGURA 91 – Exemplo de gráfico gerado pelo sistema para o estoque de carbono no fuste em t, nas quatro parcelas do projeto PELD, para classes de diâmetros variáveis, no período de 1995 a 2001, Curitiba, PR, 2002

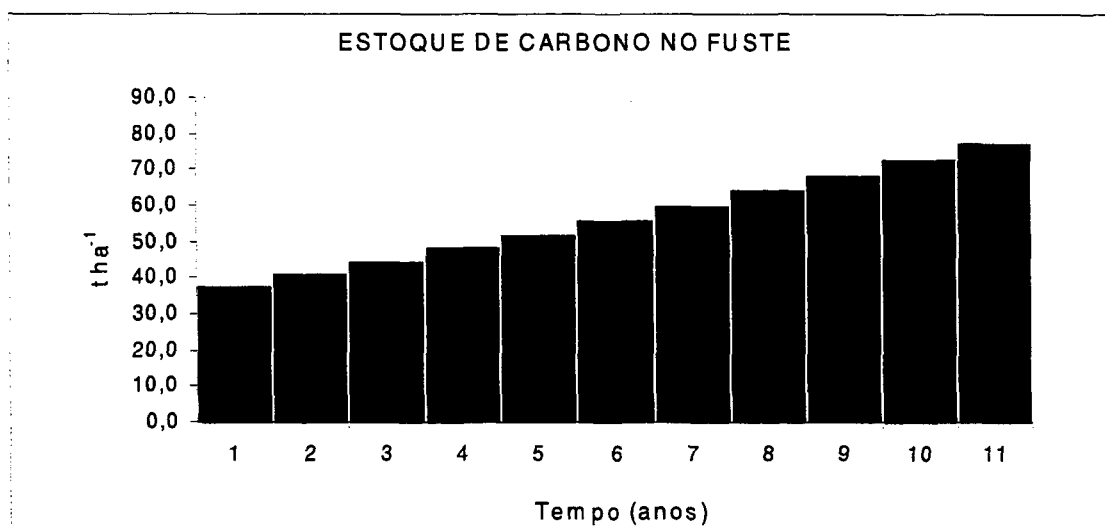


FIGURA 92 Exemplo de gráfico gerado pelo sistema para o estoque de carbono no fuste em t, nas quatro parcelas do projeto PELD, no período de 1995 a 2001, ao final de 60 anos de projeção, Curitiba, PR, 2002

Se o usuário desejar saber em que condições foram feitas as projeções, no que concerne as opções de ingresso e mortalidade, basta passar com o mouse sobre o título do procedimento “PROGNOSE REALIZADA”, da tela principal, que são exibidas as bases para a realização das projeções (Figura 93).

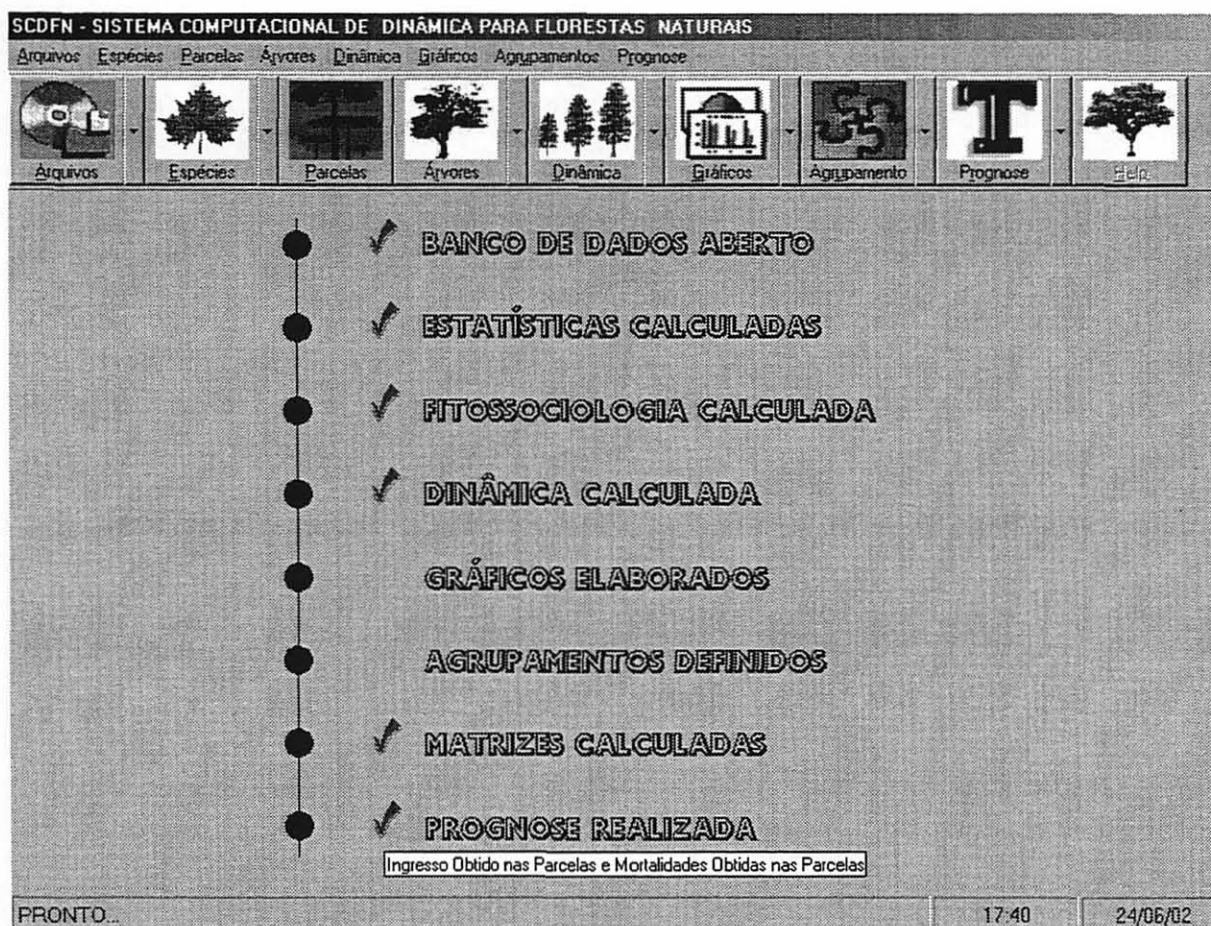


FIGURA 93 – Tela principal mostrando as condições de ingresso e mortalidade usadas para os cálculos da prognose, Curitiba, PR, 2002

4.13 VALIDAÇÃO DO SISTEMA

A avaliação das prognoses feitas pelo sistema, usando matrizes de transição criadas com base em dados de dois anos de medição (1995 e 1996), e com base em dados de três anos de medição (1995, 1996 e 1997) foi feita comparando-se os resultados obtidos nas projeções com os dados observados em anos que não foram usados para a elaboração das matrizes, a saber 1998 e 2000 para as matrizes de dois anos e 2000 para a matriz de três anos. Os resultados da avaliação pelo teste de Qui-Quadrado (STEEL e TORRIE, 1980) para classes de diâmetros fixas e variáveis são apresentados no Quadro 10.

Para as matrizes de transição, criadas para classes de diâmetros fixas, os resultados do teste revelaram não haver diferenças estatísticas significativas entre as freqüências observadas e as freqüências projetadas, tanto para as matrizes de dois anos quanto para as

de três anos, indicando que do ponto de vista prático as freqüências projetadas não se afastam das freqüências observadas, podendo ser consideradas exatas.

QUADRO 10 – Resultados dos testes de Qui-Quadrado (χ^2) para matrizes de transição de dois e três anos, para classes de diâmetros fixas e variáveis, para as quatro parcelas do projeto PELD, Curitiba, PR, 2002

Classes de Diâmetros Fixas (cm)	Matriz 1995 - 1996				Matriz 1995 - 1997	
	Freqüência - 1998		Freqüência - 2000		Freqüência - 2000	
	Observada	Estimada	Observada	Estimada	Observada	Estimada
10,00 - 19,99	1731	1659	1853	1708	1731	1760
20,00 - 29,99	388	390	406	393	388	399
30,00 - 39,99	204	207	206	212	204	201
40,00 - 49,99	141	143	137	146	141	145
50,00 - 59,99	73	71	80	74	73	73
60,00 - 69,00	28	30	29	29	28	26
70,00 - 79,99	16	16	18	17	16	17
80,00 - 89,99	4	5	5	6	4	5
90,00 - 99,99						
100,00 - 109,99	2	1	2	1	2	1
110,00 - 119,99	1	1	1	0	1	1
120,00 - 129,99						
> = 130,00	3	3	3	3	3	3
Qui-Quadrado	4,02 ^{NS}		14,68 ^{NS}		1,91 ^{NS}	
Classes de Diâmetros Variáveis (cm)	Matriz 1995 - 1996				Matriz 1995 - 1997	
	Freqüência - 1998		Freqüência - 2000		Freqüência - 2000	
	Observada	Estimada	Observada	Estimada	Observada	Estimada
13,71 - 16,03	277	256	303	265	277	285
16,04 - 18,77	248	254	260	260	248	267
18,78 - 21,96	192	193	199	205	192	200
21,97 - 25,71	148	147	144	150	148	157
25,72 - 30,09	138	144	144	143	136	149
30,10 - 35,22	120	124	128	131	120	117
35,23 - 41,22	106	103	96	100	106	99
41,23 - 48,25	92	95	92	98	92	100
48,26 - 56,47	73	73	84	76	73	71
56,48 - 66,09	44	44	44	44	44	44
> = 66,10	34	36	36	39	34	38
Qui-Quadrado	5,66 ^{NS}		22,45 [*]		9,72 ^{NS}	

^{NS} = Não significativo ao nível de 95% de probabilidade

^{*} = Significativo ao nível de 95% de probabilidade

Para as matrizes de transição, criadas para classes de diâmetros variáveis, os resultados mostraram não haver diferenças estatisticamente significantes entre as freqüências projetadas e as freqüências observadas, para o ano de 1998, mostrando, no entanto, diferenças significativas para o ano de 2000, quando as projeções utilizaram-se das matrizes de transição de dois anos. Quando da utilização da matriz de transição de três anos o teste revelou não existirem diferenças estatísticas entre os valores projetados e os observados.

O fato de se haver encontrado diferenças estatísticas significantes entre os valores projetados e os observados, no ano de 1998, quando se usaram classes de diâmetros variáveis, pode ser explicado pelo comportamento da mortalidade nas classes de diâmetros variáveis iniciais. Quando se usam classes de diâmetros variáveis os valores de mortalidade das primeiras classes são menores que quando se usam classes de diâmetros fixas porque a mortalidade é diluída entre as primeiras classes de diâmetros, ao contrário das classes de diâmetros fixas onde a mortalidade é concentrada nas primeiras. Isso resulta na projeção de um número de árvores maior para as classe de diâmetros variáveis iniciais, fazendo com que os valores projetados se afastem dos observados e resultando, por conseqüência, em um aumento do valor do qui-quadrado para aquelas classes de diâmetro, ao contrário de quando se usam classes de diâmetros fixas, onde a incidência das maiores mortalidades se fazem nas menores classes de diâmetro, diminuindo o número de árvores projetado e aproximando-se dos valores observados. Biologicamente é sabido que a mortalidade é sempre maior entre os indivíduos das classes de diâmetros menores. Observando-se as Figuras 75 e 76 verifica-se que a inclinação da curva de mortalidade, para classes de diâmetros fixas, é bem mais acentuada que a curva de mortalidade para classes de diâmetro variáveis, o que de certa forma comprova o raciocínio anteriormente exposto.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Todos os sistemas nascem de uma idéia ou objetivo inicial. Essa idéia é então transformada em um sistema de informação que funciona e atinge as necessidades originárias da idéia inicial. O conjunto de atividades para o desenvolvimento de um sistema é conhecido como o “ciclo de vida do sistema”. O termo ciclo de vida aponta para a noção de que a idéia inicial de um conjunto de programas gera um sistema de informação e que as atividades de seu desenvolvimento produzem um padrão de crescimento por meio do qual o sistema de informação amadurece, culminando em um aplicativo ou ferramenta práticos.

O sistema computadorizado elaborado foi a solução tecnológica desenvolvida para representar o sistema aberto floresta natural, pois modela e permite acompanhar o processo de ingresso, crescimento e supressão das árvores que compõem as parcelas permanentes avaliadas. Consoante com as idéias e objetivos iniciais, o “Sistema Computacional de Dinâmica para Florestas Naturais” (SCDFN) engloba, em si, um gerenciador de banco de dados para observações oriundas de parcelas permanentes de inventários florestais contínuos e um modelo de predição de crescimento para florestas naturais, que utiliza o processo de matriz de transição, usando os dados armazenados no banco de dados criado. Como modelo de predição alguns detalhes específicos do crescimento foram sacrificados em favor de maior eficiência e exatidão nas informações fornecidas para o usuário. O realismo nem sempre é uma virtude em um modelo, pois abstrair alguns aspectos que são relevantes em situações específicas pode significar uma melhor estratégia. Apesar de modelos determinísticos não gerarem algumas informações importantes, fornecidas pelos modelos estocásticos, a maior parte das informações necessárias para planejamento e manejo de florestas naturais pode ser obtida de modo eficiente pelo uso desses modelos.

Considerada a natureza determinística do modelo computacional apresentado, o que se espera é que estimativas do crescimento sejam fornecidas e, nesse aspecto, o sistema apresentado atinge os objetivos, ultrapassando-os até quando possibilita a obtenção de estimativas de estoque de carbono no fuste para classes de diâmetros fixas e variáveis. Sistemas como SISPLAN (OLIVEIRA, 1998 e 1995) possibilitam a simulação de desbastes, crescimento e produção anual de povoamentos de *Pinus sp.*, sortimento de madeira por classe diamétrica, cálculos de estimativas de parâmetros de avaliação econômica, análise

de sensibilidade da rentabilidade de diferentes atividades e de regimes de manejo, definição do tipo de desbaste mais adequado e outras funções que auxiliam o manejo e produção de florestas. O sistema ecológico FIBER 3.0 (SOLOMON *et al*, 1994) é outro exemplo de sistema que foi desenvolvido para prever as interações de crescimento entre espécies folhosas e coníferas da América do Norte, permitindo a simulação de crescimento de povoamentos com regimes que variam desde o corte raso até os não manejados. GHAFOSIM é um sistema desenvolvido por ALDER (1990) para auxiliar o manejo de florestas naturais em Ghana, permitindo que se façam projeções com e sem simulação de colheita. O sistema CAFOGROM é um modelo desenvolvido no Centro de Pesquisa AgroFlorestal da Amazônia Oriental (CPATU) por ALDER (1995) para florestas tropicais. É um modelo para grupos de espécies ("Cohorts") que simula o crescimento de um povoamento, abrangendo aspectos tais como incremento, mortalidade, recrutamento, simulação de colheita e desbaste, abrangendo dados de 256 espécies da Floresta Nacional do Tapajós.

Nos modelos de crescimento citados o estoque de carbono não é contemplado, enquanto que no presente modelo este componente está inserido explicitamente nas predições da dinâmica florestal. Diante do exposto fica claro que o esforço despendido pelo projeto PELD em quantificar os teores de carbono armazenados nas diferentes partes das espécies componentes da Floresta Ombrófila Mista representa um avanço notável, pois possibilita avaliar o papel desse ecossistema em termos de estocagem de poluentes atmosféricos que causam as mudanças climáticas globais.

Aspectos pontuais, no entanto, devem ser comentados por serem relativos ao sistema desenvolvido. No que concerne ao banco de dados para informações oriundas de parcelas permanentes de inventários florestais sugere-se que: a) empenho deva ser dado para a identificação botânica de todas as espécies, com a determinação dos números de registro no herbário de cada espécie presente na área inventariada, em que pese todos os transtornos de ordem prática que isso possa acarretar; b) um procedimento de importação e exportação de arquivos, entre o sistema proposto e outros sistemas disponíveis, seja disponibilizado nas futuras versões; c) seja implementado um procedimento que permita a consistência dos dados de parcelas permanentes, medidas em anos consecutivos, visando a eliminação, por aproximações sucessivas, dos erros de medição e armazenagem; d) um procedimento que permita a digitação dos dados de maneira mais eficiente seja programado, pois o modelo apresentado não contempla entrada de dados mas somente a edição de dados existentes; e) seja implementado um procedimento que permita a obtenção da ficha de campo das parcelas, para a anotação dos valores obtidos em uma medição, que

contenha informações da medição anterior, de modo que os dados coletados possam ser cotejados com os dados do ano anterior, facilitando a identificação e localização das árvores e diminuindo a chance de ocorrência de erros; e f) o desenvolvimento de interfaces que permitam a troca de informações com sistemas específicos, como por exemplo o Sistema de Informações Geográficas "ArcView". A título de exemplo, da possibilidade de integração e troca de dados entre sistemas é mostrada a Figura 94, onde a partir dos dados das coordenadas locais e dos diâmetros das árvores presentes na parcela número dois do projeto PELD, medida em 2001, foi feito um croqui das árvores, classificadas em três classes de diâmetros, pelo sistema "ArcView", com a simples transferência da tabela de dados da parcela do banco de dados do sistema programado para o sistema "ArcView".

No módulo que calcula as estatísticas por parcela, deve-se considerar a possibilidade de as variáveis estimadas serem escolhidas entre uma lista das armazenadas nos arquivos do banco de dados ou destas derivadas, como por exemplo, o volume total ou de fuste por espécie, ou que o sistema apresente as estatísticas de todas as variáveis existentes ou derivadas, procedimento que, excetuando-se as limitações impostas pelo volume de papel e de impressão que acarretaria, não apresenta empecilhos para sua implantação.

No que tange ao módulo que calcula as estatísticas da dinâmica das parcelas, deve-se procurar uma maior flexibilidade e automação, tanto no cálculo do número de classes quanto no intervalo das classes de diâmetro a serem usadas. Procedimentos de cálculo de distribuições diamétricas, como o proposto por CRUZ (2000), pode ser implementado e testado quanto a sua influência nos resultados posteriores calculados pelo sistema.

Todos os gráficos apresentados pelo sistema são feitos utilizando-se do programa *Microsoft Excel*®, que é executado a partir do sistema de modo transparente ao usuário. A adoção desse modo de obtenção dos gráficos trouxe como único inconveniente o excessivo tempo que demanda a elaboração de cada gráfico. Sugere-se o estudo de uma alternativa mais rápida, que esteja embutida no sistema, pois isso é desejável do ponto de vista computacional e de requerimentos para instalação do sistema, porém, questionável do ponto de vista da relação custo/benefício de sua implementação.

Os agrupamentos de espécies são feitos pelo sistema considerando a variável diâmetro máximo e incremento periódico anual médio das espécies sendo agrupadas. Deve-se disponibilizar e testar outras variáveis, entre as já existentes ou derivadas no sistema, de modo que novas alternativas possam ser avaliadas para o agrupamento das espécies, bem como se deve implementar outros métodos de agrupamento onde diferentes

abordagens são empregadas, avaliando-se o impacto causado no agrupamento e nos cálculos posteriores.

SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA PARA FLORESTAS NATURAIS

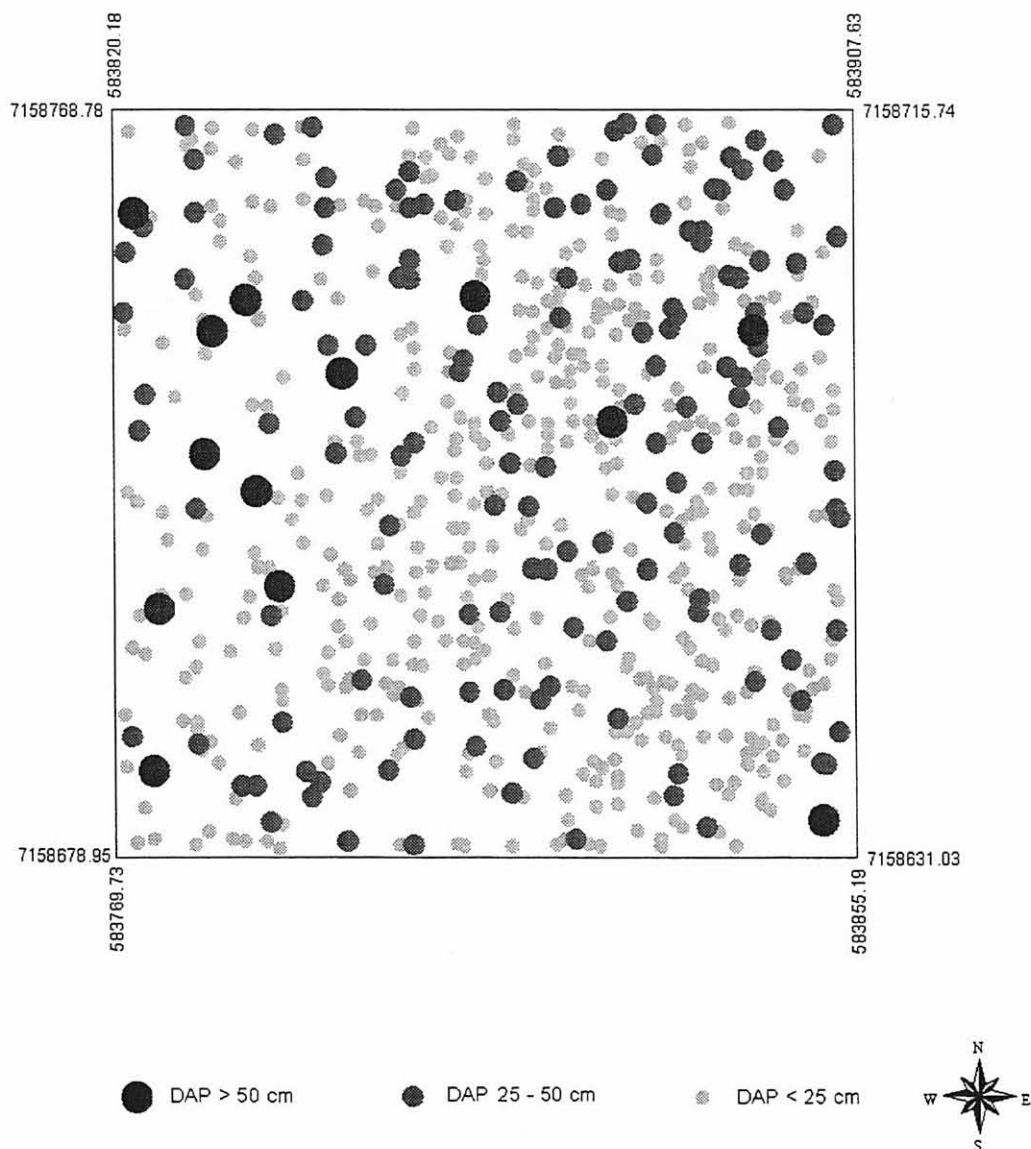


FIGURA 94 – Croqui da parcela número dois do projeto PELD, medida em 2001, feita pelo Sistema de Informações Geográficas “ArcView”, mostrando a localização das árvores, classificadas por classe de diâmetro, Curitiba, PR, 2002

O sistema desenvolvido circunscreveu-se ao processo de prognose por meio do uso de matrizes de transição, muito embora apresente implantadas abordagens inovadoras, como o uso de classes de diâmetros variáveis, que reduz a possibilidade do aparecimento de estados absorventes (SCOLFORO, 1988), a possibilidade de se alterar o ingresso, a possibilidade de se estimar a mortalidade por meio das equações de regressão ajustadas e a possibilidade de se alterar a mortalidade pelo uso de um valor arbitrário. Deve-se testar, no entanto, novos modelos de equações de mortalidade com diferentes períodos de transição à medida que o número de medições das parcelas permanentes disponíveis aumente, permitindo que resultados mais exatos sejam obtidos. O conjunto de possibilidades que se abre quando da combinação dessas opções deve ser analisada quanto a sua validade sob o ponto de vista biológico e das implicações que acarretam no modelo de matrizes de transição. No que diz respeito ao processo de matriz de transição deve-se dedicar atenção especial ao problema do acúmulo de árvores nas últimas classes de diâmetro, implementando-se um mecanismo que limite esse número em função de variáveis que possam ser obtidas nos dados existentes. As possibilidades ofertadas também permitem a realização de análises de sensibilidade e de riscos para as variáveis previstas.

Outro aspecto a ser considerado quanto as prognoses estimadas é o abordado por SANQUETTA *et al.* (1997), que afirmam ser o processo de matriz de transição determinístico nas projeções apesar do caráter probabilístico dos elementos da matriz de transição. Segundo os autores, essas predições determinísticas implicam em ausência de incerteza e risco na prognose, o que não corresponde a realidade, principalmente para projeções a longo prazo, sugerindo que as projeções sejam efetuadas para prazos curtos de tempo sob o risco de serem obtidas previsões fora da realidade biológica do bioma sendo estimado.

Com os dados já disponíveis deve-se implementar e testar no sistema, de forma modular, outros tipos de modelos de crescimento como funções probabilísticas, processo de difusão e os processos espaciais, dada a existência das coordenadas X e Y de localização de cada árvore nas parcelas permanentes do projeto PELD.

Considerada a crescente demanda de informações sobre estimativas dos estoques de carbono armazenado nas diferentes partes do bioma floresta, ênfase deve ser dada para a implementação no sistema de diferentes formas de obtenção e apresentação dos resultados, uma vez que o presente restringiu-se a mostrar o potencial existente, reportando estimativas de peso de biomassa de tronco e estoque de carbono no tronco. Considerações econômicas devem também ser contempladas, uma vez que as quantidades podem

facilmente transformar-se em valores correntes, fato que auxilia a tomada de decisões importantes do ponto de vista ecológico e ambiental.

A integração de um sistema computacional de dinâmica para florestas naturais com um sistema de inventário florestal, ambos baseados em um banco de dados de parcelas permanentes de inventários florestais, é tarefa que se deve procurar implementar consideradas as enormes possibilidades que propiciam no campo da pesquisa de métodos e processos de amostragem, assim como na quantificação de maciços florestais.

REFERÊNCIAS

- ALDER, D. **Growth modelling for mixed tropical forests**. Oxford: Tropical Forestry Papers, 1995. 231 p. (n.30).
- ALDER, D. **GHAFOSIM: a projection system for natural forest growth and yield in Ghana**. Ghana: Ministry of Lands & Natural Resources, 1990. 114 p. Consultancy reports.
- ANDERBERG, R.A. **Cluster analysis for applications**. New York: Academic Press, 1973. 359 p.
- ANDRADE, J.B. **Fotogrametria**. Curitiba: SBEE, 1998. 246 p.
- ANDRAE, F.H. **Ecologia florestal**. Santa Maria: Editora da UFSM, 1978. 230 p.
- ANGELINI, F. ; MILONE, G. **Estatística geral**. São Paulo: Atlas, 1993. 206 p.
- AZEVEDO, C.P. ; SOUZA, A.L. ; JESUS, R.M. Um modelo de matriz de transição para prognose de crescimento de um povoamento natural remanescente não manejado de mata atlântica. **Revista Árvore**, Viçosa, v.19, n.2, p. 187-199, 1995.
- AZEVEDO, C.P. ; SOUZA, A.L. ; CAMPOS, J.C.C. ; PAULA JÚNIOR, G.G. Predição da distribuição diamétrica da Floresta Atlântica pelo emprego da matriz de transição. **Revista Árvore**, Viçosa, v.18, n.3, p. 179-193, 1994.
- BAILEY, R.L. ; DELL, T.R. Quantifying diameter distributions with the Weibull functions. **Forest Science**, Washington, n.19, p. 97-104, 1973.
- BALBINOT, R. ; SCHUMACHER, M.V. ; HERNANDES, J.I. Carbono orgânico em uma floresta de *Pinus taeda* na região de Cambará do Sul, RS. In: CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAL SOBRE FLORESTAS 6., 2000, Porto Seguro. **Anais**. Rio de Janeiro: Instituto Ambiental Biosfera, 2000. p. 56.
- BALDWIN, V.C ; BURKHART, H.S. ; DOUGHERTY, P.M. ; TESKEY, R.O. **Using a growth and yield model (PTAEDA2) as a driver for a biological process model (MAESTRO)**. New Orleans: USDA-FOREST Service, 1993. 9 p. (Research Paper SO-276)
- BARROS, P.A.L. **Prognose e otimização da produtividade volumétrica em florestas inequianes empregando um modelo matricial**. Viçosa, 2000. 93 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Viçosa.
- BATTAGLIA, M. ; SANDS, P.J. Process-based forest productivity models and their application in forest management. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.102, p. 13-32, 1998.
- BERTALANFFY, L.V. **Teoria geral dos sistemas**. Petrópolis: Editora Vozes, 1975. 351 p.

- BOM, R.P. **Proposição de um sistema de manejo para floresta nativa objetivando a sustentabilidade da produção.** Curitiba, 1999. 199 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- BOSCOLO, M. ; BUONGIORNO, J. Managing a tropical rainforest for timber, carbon storage and tree diversity. **Commonwealth Forestry Review**, London, v.76, n.4, p. 246-253, 1997.
- BOSSEL, H. TREEDYN3 forest simulation model. **Ecological Modeling**, Amsterdam, n.90, p. 187-227, 1996.
- BROWN, S.G. ; LUGO, J.R.A. Biomass estimation methods for tropical forests with applications to forest inventory data. **Forest Science**, Washington, v.4, n.35, p. 881-902, 1989.
- BROWN, S.G. ; FEARNside, P.M. ; GRAÇA, P.M. ; FILHO, N.L. ; RODRIGUES, F.J.A. Biomass of tropical tree plantations and its implications on the global carbon budget. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, v.16, p. 390-394, 1986.
- BRUNER, H.D. ; MOSER, J.W. A markov chain approach to the prediction of diameter distribution in uneven-aged forest stands. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, v.3, n.3, p. 409-417, 1973.
- BUNNEL, F.L. **Alchemy and uncertainty: what are good models ?**. Radnor: USDA-Forest Service, 1989. 89 p. (General Technical Report PNW-GTR-232).
- BUONGIORNO, J. ; PEYRON, J.L. ; HOULLIER, F. ; BRUCIAMACCHIE, M. Growth and management of mixed-species, uneven-aged forests in French Jura: implications for economics returns and tree diversity. **Forest Science**, Washington, v.41, n.3, p. 397-429, 1995.
- BUONGIORNO, J. ; MICHIE, B.R. A matrix model of uneven-aged forest management. **Forest Science**, v.26, n.4, p. 609-625, 1980.
- CALDEIRA, M.V.W. **Quantificação da biomassa e do conteúdo de nutrientes em diferentes procedências de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.)**. Santa Maria, 1998. 96 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria.
- CAMPOS, M.A.A. **Balço de biomassa e nutrientes em povoamentos de *Ilex paraguariensis*. Avaliação na safra e na safrinha.** Curitiba, 1991. 106 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- CAPRA, F. **O ponto de mutação.** São Paulo: Editora Cultrix, 1982. 447 p.
- CLUTTER, J.L. ; FORSTON, J.C. ; PIENAAR, L.V. ; BRISTER, G.H. ; BAILEY, R.L. **Timber management: a quantitative approach.** New York: John Wiley and Sons, 1983. 333 p.
- CONNELL, J. **Beginning Visual Basic 6 database programming.** Birmingham: Wrox Press, 1998. 861 p.
- COOD, E.F. Relational model of data large shared data banks. **ACM Transactions on database systems**, New York, v.1, n.1, p. 123-174, 1970.

- COSTA, P.M. Breve história da evolução dos mercados de carbono. **Silvicultura**, São Paulo, n.76, p. 24-32, 1998.
- CRUZ, E C. **O método cross para caracterização das estruturas diamétricas e basimétrica de floresta tropical Amazônia**, 2000. 225 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- DURIGAN, M.E. **Florística, dinâmica e análise protéica de uma Floresta Ombrófila Mista em São João do Triunfo-PR**. Curitiba: 1999. 125 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- EK, A.R. Nonlinear models for stand table projection in northern hardwoods stands. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, v.4, p. 23-27, 1974(a).
- EK, A.R. ; MONSERUD, R.A. **Forest: a computer model for simulating the growth and reproduction of mixed species forest stands**. Madison: University of Wisconsin, 1974(b), 13 p. (University of Wisconsin Research Report).
- FEARNSIDE, P.M. ; BROWN, S. ; LUGO, A.E. ; CHAPMAN, J. Tropical forest burning in Brazilian Amazônia: measurement of biomass loading, burning efficiency and charcoal formation at Altamira. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.123, p. 65-79, 1999.
- FEARNSIDE, P.M. Biomassa das florestas amazônicas brasileiras. In: EMISSÃO x SEQUESTRO 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. 95–124.
- FIGUEIREDO, E.O. ; WADT, L.H.O. ; PEREIRA, N.W.V. Efeito da fragmentação no Sudoeste Acreano sobre a biomassa viva acima do solo e o estoque de carbono. In: CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAL SOBRE FLORESTAS 6., 2000, Porto Seguro. **Anais**. Rio de Janeiro: Instituto Ambiental Biosfera, 2000. p. 280-282.
- FLEMING, C. ; VONHALLE, B. **Handbook of relational database design**. New York: Addison-Wesley Publishing Co., 1988. 605 p.
- FOXALL, J.D. **Practical standards for Microsoft Visual Basic**. Birmingham: Microsoft Press, 2000. 456 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. **Geografia do Brasil - Região Sul v.2**. Rio de Janeiro: FIBGE, 1990. 420 p.
- GANDOLFI, S. ; LEITÃO FILHO, H.F. ; BEZERRA, C.L.F. Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo-arbóreas de uma floresta mesófila semidecídua no município de Guarulhos, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, São Paulo, v.55, n.4, p. 753-767, 1995.
- GOLDSTEIN, R.C. **Database. Technology and management**. New York: John Wiley & Sons, 1985. 353 p.
- GUT, F. O mercado e o seqüestro do carbono. **Silvicultura**, São Paulo, n.75, p. 42-46, 1988.

- HARA, T. Dynamics of stand structure in plant monocultures. **Journal of Theoretical Biology**, London, p. 223-239, 1984.
- HERING, K.G. **Diversidade e manejo da Floresta Atlântica**. Florianópolis: Editora Paralelo, 1994. 88 p.
- HIGUCHI, N. **Short-term growth of an undisturbed tropical moist forest in the Brazilian Amazon**. East Lansing, 1987. 129 f. Thesis (Ph.D. in Forestry) - Michigan State University.
- HOUGHTON, R.A. As florestas e o ciclo de carbono global: armazenamento e emissões atuais. In: EMISSÃO x SEQUESTRO DE CO₂ – UMA NOVA OPORTUNIDADE DE NEGÓCIOS PARA O BRASIL, 1994. Rio de Janeiro. **Anais**. Rio de Janeiro: Instituto Ambiental Biosfera, 1994. p. 38–76.
- JEFFERS, J.N.R. The role of simulation in forestry and ecosystem modeling. In: Forest Simulation Systems, 1990, Berkeley. **Proceedings**. Berkeley: IUFRO, 1990. p. 1-10.
- KOHLMAIER, G.H. ; WEBER, M. ; HOUGHTON, R.A. **Carbon dioxide mitigation in forestry and wood industry**. Berlin: Springer, 1998, 375 p.
- KOHYAMA, T. ; TAKADA, T. Recruitment rates in forest plots: Gf estimates using growth rates and size distributions. **Journal of Ecology**, Oxford, n.86, p. 633-639, 1998.
- KOHYAMA, T. Size-structured tree population in gap-dynamic forest – the forest architecture hypothesis for the stable coexistence of species. **Journal of Ecology**, Oxford, n.81, p. 131-143, 1993.
- KOHYAMA, T. Density-size dynamics of trees simulated by a one-sided competition multi-species model of rain forest stands. **Annals of Botany**, London, n.70, p. 451-460, 1992.
- KOHYAMA, T. Simulating stationary size distribution of trees in rain forest. **Annals of Botany**, London, n. 68, p. 173-180, 1991.
- KOHYAMA, T. Simulation of structural development of warm-temperate rain forest stands. **Annals of Botany**, London, n.63, p. 625-634, 1989(a).
- KOHYAMA, T. Frequency distribution of tree growth rate in natural forest stands. **Annals of Botany**, London, n.64, p. 47-57, 1989(b).
- KOZLOWSKI, T. T. ; PALLARDY, S.G. **Physiology of woody plants**. New York: Academic Press, 1996. 432 p.
- LEGENDRE, L. ; LEGENDRE, P. **Numerical ecology**. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Co., 1983. 419 p.
- LONGHI, S.J. **A estrutura de uma floresta natural de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O, Ktze, no sul do Brasil**. Curitiba, 1980. 198 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Editora Plantarum, v. 1, 1992. 352 p.

- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Editora Plantarum, v. 2, 1998. 352 p.
- MANDERS, P.T. A transition matrix model of the population dynamics of the clonal cedar (*Widdringtonia cedarbergensis*) in natural stands subject to fire. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, n.20, p. 171-186, 1987.
- McGEE, W.C. On user criteria for data model evaluation. **ACM Transactions on database systems**, New York, v.1, n.4, p. 370-387, 1976.
- MENDOZA, G.A. ; STYARSO, A. A transition matrix forest growth model for evaluating alternative harvesting schemes in Indonesia. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, n.15, p. 129-228, 1986.
- MENGIN-LECREUX, P. **Simulation de la croissance d'un peuplement de forêt dense: le cas de la forêt de Yapo (Cote d'Ivoire)**. Paris: International Research Report, CTFT, 1990. 55 p.
- MELLO, A.A. **Estudo silvicultural e da viabilidade econômica do manejo da vegetação do cerrado**. Lavras, 1999. 192 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras.
- MICHIE, B.R. ; BUONGIORNO, J. Estimation of a matrix model of forest growth from remeasured permanent plots. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, n.8, p. 127-135, 1984.
- MITISHITA, E. A.,. **Monorestituição digital de aerofotos, associada com sistema de computação gráfica C.A.D., para fins de mapeamento na área florestal**. Curitiba, 1997. 253 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- NELSON, W. **Applied life data analysis**. New York: John Wiley & Sons, 1982. 634 p.
- OLIVEIRA, E. B. Software SISPLAN: realidade em 70% dos reflorestamentos de Pinus no sul do Brasil. **Silvicultura**, São Paulo, n.75, p. 40-41, 1998.
- OLIVEIRA, E. B. **Um sistema computadorizado de prognose do crescimento e produção de *Pinus taeda* L., com critérios quantitativos para a avaliação técnica e econômica de regimes de manejo**. Curitiba, 1995. 134 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- PIZATTO, W. **Avaliação biométrica da estrutura e da dinâmica de uma Floresta Ombrófila Mista em São João do Triunfo-PR.: 1995 a 1998**. Curitiba, 1999. 172 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- PULZ, F.A. **Estudo de dinâmica e a modelagem da estrutura diamétrica de uma floresta semidecídua na região de Lavras - MG**. Lavras, 1998. 156 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras.
- RAMIREZ, O.R. ; RODRIGUEZ, L. ; FINEGAN, B. ; GÓMEZ, M. Implicaciones económicas del secuestro del CO₂ en bosques naturales. **Revista Forestal Centroamericana**, Turrialba, n.27, p. 10-22, 1999.

REINEKE, L.H. Perfecting a stand-density index for even-aged forests. **Journal of Agricultural Research**, Islamabad, v.46, p. 627-638, 1933.

RESENDE, A.V. **Diversidade, estrutura, dinâmica e prognose do crescimento do cerrado sensu strictu submetido a diferentes distúrbios por desmatamento**. Curitiba, 2002. 242 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

RIORDAN, R. **Designing relational database system**. Birmingham: Microsoft Press, 1999. 320 p.

ROCHADELLI, R. **A estrutura de fixação dos átomos de carbono em reflorestamentos (Estudo de caso: *Mimosa scabrella* Bentham, bracatinga)**. Curitiba, 2001. 86 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

SALOMÃO, R. de P. ; NEPSTAD, D.C. ; VIEIRA, I.C.G. Como a biomassa de florestas tropicais influi no efeito estufa? **Revista Ciência Hoje**, v.21, n.123, p. 38-47, 1996.

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

SANQUETTA, C.R. ; NIEFFER, I.A. ; VOLPI, N.M.P. ; MOROKAWA, T. Análise de sensibilidade e de risco em prognose volumétrica de florestas com matriz de transição. **Revista do Setor de Ciências Agrárias**, Curitiba, v.16, n.1/2, p. 47-62, 1997.

SANQUETTA, C.R. Fundamentos biométricos dos modelos de simulação florestal. **FUPEF: Série Didática**, Curitiba, n.8, 49 p, 1996a.

SANQUETTA, C.R. Estudos ecológicos de longo prazo: exemplo de aplicação para a floresta Ombrófila Mista no Estado do Paraná, Brasil. **Revista Acadêmica**, Curitiba, n.1, p. 31-38, 1996b.

SANQUETTA, C.R. ; ANGELO, H. ; BEAN, D.A. ; MENDES, J.B. Predição da distribuição diamétrica, mortalidade e recrutamento de floresta natural com matriz Markoviana de potência. **Revista Floresta**, Curitiba, v.24, n.1/2, p. 23-26, 1995.

SCHUMACHER, M.V. Ciclagem de nutrientes como base da produção sustentada em ecossistemas florestais. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS NATURAIS DO MERCOSUL: O AMBIENTE DA FLORESTA, 1., 1996. **Anais**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria -CEPEF, 1996. p. 65-77.

SCOLFORO, J.R.S. **Manejo florestal**. Lavras: UFLA-FAEPE, 1988, 438 p.

SEGURA, M. ; KANNINEN, M. ; ALFARO, M. ; CAMPOS, J.J. Almacenamiento y fijación de carbono en bosques de bajura de la zona atlántica de Costa Rica. Turrialba, **Revista Forestal Centroamericana**, Turrialba, n.27, p. 23-28, 1999.

SHVETS, V. ; ZEIDE, B. Investigating parameters of growth equations. **Canadian Journal for Forest Research**, Ottawa, v.26, p. 1980-1990, 1996.

- SMITH, C. ; AMUNDSEN, M. **Teach yourself database programming with Visual Basic 6 in 21 days.** Indianapolis: SAMS, 1999. 882 p.
- SOLOMON, D.S. ; HERMAN, D.A. ; LEAK, W.B. **FIBER 3.0: An ecological growth model for northeastern forest types.** Radnor: USDA-Forest Service, 1995. 24 p. (General Technical Report NE-RP-204).
- SOLOMON, D.S. ; HOSMER, R.A. ; HAYSLETT, H.T. **FIBER handbook: a growth model for spruce-fir and northern hardwood types.** Radnor: USDA-Forest Service, 1987. 19 p. General Technical Report NE-RP-602.
- SPURR, S.H. Growth and mortality of a 1925 planting of *Pinus radiata* on pumice. 1962. **New Zealand Journal of Forest**, Wellington, v.8, p. 560-569, 1962.
- STAGE, A.R. ; RENNER, D.I. Comparison of yield-forecasting techniques using long-term stand history. In: A.R. Ek ; S.R. Shifley ; T.E. BURK. **Forest Growth Modeling and Prediction, 1987, Minneapolis. Proceedings.** Minneapolis: USA Forest Service General Technical Report NC-120, 1987. p. 810-817.
- STELL, R.G. ; TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics.** New York: McGraw-Hill, 1980. 633 p.
- SWAINE, M.D. ; HALL, J.B. ; ALEXANDER, I.J. Tree population dynamics at Kade, Ghana(1968-1982). **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.3, p. 331-345, 1987.
- TENNENT, R.B. An application of matrix modeling to growth prediction in Solomon Islands rain forest. **Journal of Tropical Forest Science**, London, v.8, n.2, p. 213-224, 1995.
- TEOREY, T. **Database modeling & design.** New York: Morgan Kaufmann, 1998. 353 .
- UNEP. **The greenhouse gases.** Nairobi: UNEP/GEMS Environment Library, 1987, n.1.
- USHER, M.B. A matrix approach to the management of renewable resources with special reference to selection forests. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v.6, n.2, p. 347-348, 1966.
- VALENTINE, H.T. ; FURNIVAL, G.M. Projections with ingrowths by Markov chains. **Forest Science**, Washington, v.35, n.1, p. 245-250, 1989.
- VANCLAY, J.K. **Modeling forest growth and yield. Applications to mixed tropical forests.** Wallingford: CAB International, 1994. 312 p.
- VANCLAY, J.K. Mortality functions for North Queensland rainforests. **Journal of Tropical Forest Science**, London, v.4, p. 15-36, 1991.
- VANCLAY, J.K. A growth model for North Queensland land rainforests. **Journal of Tropical Forest Science**, London, v.4, p. 245-271, 1989.
- VANCLAY, J.K. **Techniques for modeling timber yield from indigenous forests with special reference to Queensland.** Oxford: 1983. 194 f. Dissertation (M.Sc. in Forestry) - Oxford University.

VELDMANN, D.J. **Fortran programming for the behavioral sciences**. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1967. 406 p.

WARD, J.H. Hierarchical grouping to optimize an objective function. **American Statistical Association Journal**, Alexandria, n.58, p. 236-244, 1963.

WOOMER, P.L. ; PALM, C.A. An approach to estimating carbon stocks in tropical forests and associated land uses. **Commonwealth Forestry Review**, Oxford, v.77, n.3, p. 181-190, 1998.

ANEXOS

ANEXO 1 - Lista das espécies presentes nas quatro parcelas do projeto PELD na edição referente ao ano de 2001, Curitiba, PR, 2002

SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA
PARA FLORESTAS NATURAIS

1/3
28/06/02

LISTA DE ESPÉCIES

CÓDIGO	NOME COMUM	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA	GRUPO ECOLÓGICO	Nº HERBÁRIO
1	Açoita-cavalo	<i>Luehea divaricata</i>	TILIACEAE	Secundária Inicial	EFC9521
2	Ameixeira	<i>Eriobotrya japonica</i>	ROSACEAE	Espécie Exótica	
94	Angico	<i>Parapiptadenia rigida</i>	MIMOSACEAE	Sec. Inicial / Sec. Tardia	EFC5943
3	Araçá	<i>Psidium sp.</i>	MYRTACEAE	Sem Caracterização	
4	Araçá-graúdo	<i>Psidium sp.1</i>	MYRTACEAE	Sem Caracterização	
5	Araçá-miúdo	<i>Psidium sp.2</i>	MYRTACEAE	Sem Caracterização	
6	Araucária	<i>Araucaria angustifolia</i>	ARAUCARIACEAE	Secundária Tardia	
7	Articum	<i>Rolinia rugulosa</i>	ANNONACEAE	Secundária Inicial	
8	Aroeira	<i>Schinus terebinthifolius</i>	ANACARDIACEAE	Pioneira	EFC9618
9	Bracatinga	<i>Mimosa scabrella</i>	MIMOSACEAE	Pioneira	
11	Branquiho	<i>Sebastiania commersoniana</i>	EUPHORBIACEAE	Secundária Tardia	EFC9628
10	Branquiho-graúdo	<i>Sebastiania brasiliensis</i>	EUPHORBIACEAE	Secundária Tardia	
12	Bugreiro-graúdo	<i>Lithraea brasiliensis</i>	ANACARDIACEAE	Secundária Inicial	
13	Cambará	<i>Gochnefia polymorpha</i>	ASTERACEAE	Pioneira	
53	Camboatá	<i>Cupania vernalis</i>	SAPINDACEAE	Sec. Inicial / Sec. Tardia	
96	Cambul	<i>Myrcogenia euosma</i>	MYRTACEAE	Secundária Inicial	EFC9631
93	Canafistula	<i>Cassia leptophylla</i>	MIMOSACEAE	Secundária Inicial	
14	Canela-amarela	<i>Nectandra grandiflora</i>	LAURACEAE	Secundária Inicial	
86	Canela-branca	<i>Nectandra lanceolata</i>	LAURACEAE	Sec. Inicial / Sec. Tardia	
15	Canela-coqueiro	<i>Ocotea sp.</i>	LAURACEAE	Sem Caracterização	
16	Canela-guaicá	<i>Ocotea puberula</i>	LAURACEAE	Pioneira	
17	Canela-imbuia	<i>Nectandra megapotamica</i>	LAURACEAE	Secundária Inicial	
89	Canela-lajeana	<i>Ocotea pulchella</i>	LAURACEAE	Sec. Inicial / Sec. Tardia	EFC9630
87	Canela-preta	<i>Ocotea catharinensis</i>	LAURACEAE	Secundária Tardia	
88	Canela-sassafrás	<i>Ocotea pretiosa</i>	LAURACEAE	Secundária Tardia	
18	Canela-sebo	<i>Cinnamomum sellowianum</i>	LAURACEAE	Secundária Tardia	
91	Canjerana	<i>Cabralea canjerana</i>	MELIACEAE	Secundária Tardia	EFC5944
95	Capororoca	<i>Rapanea umbellata</i>	MYRSINACEAE	Secundária Inicial	EFC5927
19	Capororocão	<i>Rapanea intermedia</i>	MYRSINACEAE	Secundária Inicial	
20	Capororoquinha	<i>Rapanea ferruginea</i>	MYRSINACEAE	Pioneira	
21	Carne-de-vaca	<i>Clethra scabra</i>	CLETHRACEAE	Pioneira	
22	Caroba	<i>Jacaranda puberula</i>	BIGNONIACEAE	Pioneira	EFC6942
100	Carvalho	<i>Roupala brasiliensis</i>	PROTEACEAE	Sec. Inicial / Sec. Tardia	
23	Carvalho-miúdo	<i>Erythroxylum deciduum</i>	ERYTHROXYLACEAE	Secundária Inicial	
24	Cataia	<i>Drimys brasiliensis</i>	WINTERACEAE	Secundária Inicial	
25	Caúna	<i>Ilex theezans</i>	AQUIFOLIACEAE	Secundária Inicial	
27	Cedro	<i>Cedrela fissilis</i>	MELIACEAE	Secundária Tardia	
28	Cerejeira	<i>Eugenia involucrata</i>	MYRTACEAE	Secundária Tardia	
26	Congonha	<i>Ilex dumosa</i>	AQUIFOLIACEAE	Secundária Inicial	
84	Corticeira	<i>Erythrina falcata</i>	FABACEAE	Sec. Inicial / Sec. Tardia	EFC6941
83	Corticeira-do-banhado	<i>Erythrina crista-galli</i>	FABACEAE	Pioneira	
29	Cuvitinga	<i>Albizia sp.</i>	MIMOSACEAE	Sem Caracterização	
90	Dedaleiro	<i>Lafoensia pecari</i>	LITHRACEAE	Secundária Tardia	EFC 6941
30	Embira-do-mato	Não Identificada (NI)	Z* NÃO IDENTIFICADA	Sem Caracterização	

ANEXO 1 - Lista das espécies presentes nas quatro parcelas do projeto PELD na medição referente ao ano de 2001, Curitiba, PR, 2002 (continuação)

SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA
PARA FLORESTAS NATURAIS

2/3
28/06/02

LISTA DE ESPÉCIES

CÓDIGO	NOME COMUM	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA	GRUPO ECOLÓGICO	Nº HERBÁRIO
31	Erva-mate	<i>Ilex paraguariensis</i>	AQUIFOLIACEAE	Secundária Inicial	EFC 5899
32	Espinheira-santa-graúda	<i>Maytenus ilicifolia</i>	CELASTRACEAE	Secundária Inicial	
92	Farinha-seca	<i>Albizia polycephala</i>	MIMOSACEAE	Secundária Inicial	
33	Farinha-seca graúda	<i>Allophylus</i> sp.	SAPINDACEAE	Sem Caracterização	
34	Farinha-seca-miúda	<i>Machaerium</i> sp.	FABACEAE	Sem Caracterização	
35	Guabiju	<i>Myrciaria</i> sp.	MYRTACEAE	Sem Caracterização	
36	Guabirova	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	MYRTACEAE	Secundária Inicial	EFC 9632
37	Guaçatunga miúda	<i>Casaria decandra</i>	FLACOURTIACEAE	Secundária Inicial	
38	Guaçatunga-graúda	<i>Casaria</i> sp.	FLACOURTIACEAE	Sem Caracterização	
97	Guamirim-chorão	<i>Myrcia rostrata</i>	MYRTACEAE	Secundária Inicial	
39	Guamirim-miúdo	<i>Myrcia</i> sp.	MYRTACEAE	Sem Caracterização	
40	Guamirim-preto	Myrtaceae 1	MYRTACEAE	Sem Caracterização	
41	Guamirim-vermelho	Myrtaceae 2	MYRTACEAE	Sem Caracterização	
80	Guaraperê	<i>Lamanonia speciosa</i>	CUNONIACEAE	Secundária Tardia	
42	Imbuia	<i>Ocotea porosa</i>	LAURACEAE	Secundária Tardia	
43	Ingá	<i>Inga</i> sp.	MIMOSACEAE	Sem Caracterização	
82	Jacarandá	<i>Dalbergia brasiliensis</i>	FABACEAE	Secundária Inicial	
44	Jerivá	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	ARECACEAE	Sec. Inicial / Sec. Tardia	
45	João Manso	<i>Solanum sanctae catarinae</i>	SOLANACEAE	Sem Caracterização	
98	Joboticaba	<i>Myrciaria trunciflora</i>	MYRTACEAE	Secundária Inicial	
47	Juvêvê branco	<i>Zanthoxylum kleinii</i>	RUTACEAE	Sec. Inicial / Sec. Tardia	
48	Laranjinha-do-mato	Myrtaceae 3	MYRTACEAE	Sem Caracterização	
60	Leiteiro	<i>Sapium glandulatum</i>	EUPHORBIACEAE	Secundária Inicial	
46	Marrica de porca	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	RUTACEAE	Secundária Inicial	
49	Maria-mole-branca	<i>Symplocos celestrina</i>	STYRACACEAE	Secundária Inicial	
50	Maria-mole-graúda	<i>Styrax leprosus</i>	STYRACACEAE	Secundária Inicial	
51	Maria-mole-miúda	<i>Symplocos niedenzuiana</i>	STYRACACEAE	Secundária Inicial	
52	Maria-mole-preta	<i>Symplocos</i> sp.	STYRACACEAE	Sem Caracterização	
54	Miguel-pintado	<i>Matayba eleagnoides</i>	SAPINDACEAE	Sec. Inicial / Sec. Tardia	EFC 6927
55	Monjoleiro	<i>Acacia polyphylla</i>	MIMOSACEAE	Pioneira	
56	Murteira	Myrtaceae 4	MYRTACEAE	Sem Caracterização	
57	Orelha-de-mico	<i>Ilex brevicuspis</i>	AQUIFOLIACEAE	Secundária Inicial	
58	Pau-álho	<i>Cinnamomum vesiculosum</i>	LAURACEAE	Secundária Inicial	
59	Pau-andrade	<i>Persea major</i>	LAURACEAE	Secundária Tardia	
61	Pessegueiro-bravo	<i>Prunus brasiliensis</i>	ROSACEAE	Secundária Inicial	
62	Pessegueiro-bravo-miúdo	<i>Prunus</i> sp.	ROSACEAE	Sem Caracterização	
63	Pimenteira	<i>Capsicodendron dinisii</i>	CANELACEAE	Secundária Inicial	
99	Pinheiro-bravo	<i>Podocarpus lambertii</i>	PODOCARPACEAE	Sec. Inicial / Sec. Tardia	
64	Pitanga	<i>Eugenia uniflora</i>	MYRTACEAE	Secundária Inicial	
101	Saeteiro	<i>Salix humboldtiana</i>	SALICACEAE	Pioneira	EFC 5944
65	Sapopema	<i>Sloanea lasiocoma</i>	ELACOCARPACEAE	Secundária Tardia	
85	Sapuva	<i>Machaerium paraguariense</i>	FABACEAE	Pioneira	
66	Sete-capotes	<i>Campomanesia</i>	MYRTACEAE	Secundária Inicial	
67	Sucará	<i>Xylosma pseudosatzmanii</i>	FLACOURTIACEAE	Secundária Inicial	

ANEXO 1 - Lista das espécies presentes nas quatro parcelas do projeto PELD na medição referente ao ano de 2001, Curitiba, PR, 2002 (continuação)

SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA
PARA FLORESTAS NATURAIS

3/3
28/06/02

LISTA DE ESPÉCIES

<u>CÓDIGO</u>	<u>NOME COMUM</u>	<u>NOME CIENTÍFICO</u>	<u>FAMÍLIA</u>	<u>GRUPO ECOLÓGICO</u>	<u>Nº HERBÁRIO</u>
68	Tabaco	<i>Solanum orianthum</i>	SOLANACEAE	Pioneira	
81	Tapiá	<i>Alchornea triplinervia</i>	SAPINDACEAE	Sec. Inicial / Sec. Tardia	EFC 5916
69	Tarumã	<i>Vitex megapota mica</i>	VERBENACEAE	Secundária Inicial	
70	Timbó	<i>Lonchocarpus sp.</i>	FABACEAE	Sem Caracterização	
71	Uva-do-japão	<i>Hovenia dulcis</i>	RHAMNACEAE	Espécie Exótica	
72	Uva-do-mato	<i>Solanum sp.</i>	SOLANACEAE	Sem Caracterização	EFC 5942
73	Vacúm	<i>Allophylus edulis</i>	SAPINDACEAE	Pioneira / Sec. Inicial	EFC 9633
76	Vassourão-branco	<i>Piptocarpha angustifolia</i>	ASTERACEAE	Pioneira	
74	Vassourão-graúdo	<i>Piptocarpha axillaris</i>	ASTERACEAE	Pioneira	
77	Vassourão-miúdo	<i>Rauvolfia leptophlebia</i>	COMPOSITAE	Sem Caracterização	
75	Vassourão-preto	<i>Vernonia discolor</i>	ASTERACEAE	Pioneira	

ANEXO 2 - Listagem parcial dos dados referentes à amostra número um da parcela número dois, do projeto PELD, na medição referente ao ano de 2001, Curitiba, PR, 2002

SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA
PARA FLORESTAS NATURAIS

1/11
28/06/02

LISTAGEM DOS DADOS AMOSTRAIS

Nº DA AMOSTRA	Nº DA ÁRVORE	NOME COMUM	CAP (cm)	DAP (cm)	ALTURA (m)		CONDIÇÃO	COORD. LOCAIS	
					TOTAL	COMER		X(m)	Y(m)
2001	1	Araucária	188,0	59,8			BIFURCADA	97,4	3,7
2001	2	Guabirova	49,5	15,8			BIFURCADA	98,5	4,9
2001	3	Vassourão-branco	38,8	12,4			VIVA	92,1	9,1
2001	7	Capororoquinha	81,5	25,9			VIVA	90,1	5,2
2002	4	Araucária	60,0	19,1			VIVA	90,3	12,7
2002	12	Canela-amarela	51,0	16,2			BIFURCADA	91,8	14,7
2002	13	Capororoquinha	86,0	27,4			VIVA	97,1	11,6
2002	14	Araucária	96,0	30,6			VIVA	97,9	11,4
2002	15	Canela-amarela	44,5	14,2			BIFURCADA	94,8	13,3
2002	16	Pau-alho	35,6	11,3			VIVA	90,6	17,0
2002	18	Ingá	43,6	13,9			VIVA	94,1	18,2
2002	19	Bugreiro-graúdo	0,0	0,0			MORTA	95,0	18,1
2002	20	Canela-amarela	34,0	10,8			BIFURCADA	95,1	18,9
2002	21	Pessegueiro-bravo	0,0	0,0			MORTA	94,2	18,9
2002	28	Araucária	129,5	41,2			VIVA	99,7	15,9
2003	22	Araucária	100,4	32,0			BIFURCADA	94,3	20,2
2003	23	Araucária	47,5	15,1			MORTA	93,8	20,1
2003	24	Bugreiro-graúdo	42,0	13,4			VIVA	96,2	21,9
2003	25	Canela-amarela	51,2	16,3			BIFURCADA	97,6	22,6
2003	26	Canela-amarela	29,5	9,4			VIVA	92,8	21,8
2003	27	Canela-amarela	38,5	12,3			BIFURCADA	96,7	26,1
2003	29	Bugreiro-graúdo	39,5	12,6			VIVA	95,6	24,4
2003	43	Bugreiro-graúdo	39,2	12,5			VIVA	99,5	29,3
2003	44	Araucária	68,0	21,6			VIVA	98,9	28,8
2003	46	Araucária	94,0	29,9			VIVA	93,0	25,9
2004	30	Araucária	141,0	44,9			VIVA	95,1	39,2
2004	32	Pimenteira	30,0	9,5			BIFURCADA	94,2	38,6
2004	36	Bugreiro-graúdo	40,8	13,0			BIFURCADA	90,1	31,2
2004	37	Canela-amarela	39,0	12,4			VIVA	92,5	37,3
2004	38	Araucária	103,4	32,9			VIVA	90,2	30,1
2004	39	Farinha-seca-miúda	34,8	11,1			VIVA	92,4	37,9
2004	40	Araucária	94,0	29,9			BIFURCADA	99,3	30,1
2004	41	Araucária	73,0	23,2			VIVA	99,7	34,3
2004	42	Araucária	53,5	17,0			BIFURCADA	99,2	35,6
2004	45	Bugreiro-graúdo	31,5	10,0			BIFURCADA	90,1	31,2
2005	51	Araçá	31,5	10,0			BIFURCADA	90,1	43,8
2005	52	Araçá	30,5	9,7			VIVA	90,1	43,8
2005	53	Guamirim-vermelho	35,0	11,1			VIVA	96,7	45,5
2005	54	Araucária	129,0	41,1			VIVA	99,8	45,3
2005	55	Capororoquinha	50,8	16,2			BIFURCADA	98,2	45,8
2005	56	Araucária	100,0	31,8			BIFURCADA	99,3	46,5
2006	57	Araucária	95,6	30,4			VIVA	99,1	51,8
2006	58	Pessegueiro-bravo	70,3	22,4			BIFURCADA	98,9	55,9
2006	71	Guamirim-miúdo	39,5	12,6			VIVA	97,5	58,7
2006	73	Araucária	142,5	45,4			VIVA	91,4	57,9
2006	76	Canela-amarela	45,5	14,5			BIFURCADA	91,1	56,1
2006	77	Leiteiro	42,5	13,5			VIVA	93,3	55,0
2007	69	Capororoquinha	0,0	0,0			MORTA	93,6	61,5
2007	70	Carne-de-vaca	31,5	10,0			VIVA	93,3	63,1
2007	72	Araucária	65,5	20,8			VIVA	95,6	60,8
2007	74	Canela-amarela	48,0	15,3			VIVA	99,1	60,3
2007	75	Canela-amarela	59,5	18,9			BIFURCADA	99,2	62,9
2007	78	Canela-amarela	45,0	14,3			BIFURCADA	99,2	62,9
2007	79	Canela-amarela	32,5	10,3			VIVA	94,6	65,8
2007	80	Canela-amarela	34,5	11,0			VIVA	91,3	64,7
2007	94	Canela-amarela	45,4	14,5			VIVA	97,4	67,5
2008	95	Miguel-pintado	90,6	28,8			BIFURCADA	95,0	73,6
2008	96	Canela-amarela	37,8	12,0			VIVA	92,8	73,0

ANEXO 3 - Resultados das estatísticas, para as quatro parcelas do projeto PELD, na medição referente ao ano de 2001, por espécie em ordem de nome comum, para classes de diâmetros fixas, Curitiba, PR, 2002 (continuação)

SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA
PARA FLORESTAS NATURAIS

10/10
07/10/02

ESTATÍSTICAS POR ESPÉCIES E CLASSES DE DIÂMETRO

ESPÉCIE	CLASSES DE DIÂMETRO (cm)													TOTAL
	10,00	20,00	30,00	40,00	50,00	60,00	70,00	80,00	90,00	100,00	110,00	120,00	>=	
	19,99	29,99	39,99	49,99	59,99	69,99	79,99	89,99	99,99	109,99	119,99	129,99	130,00	
Vassourão-branco / <i>Piptocarpha angustifolia</i> / ASTERACEAE														
Nº Árvores	6	3												9
DAP Médio - cm	18,41	25,90												19,57
DAP Mínimo - cm	12,25	23,52												12,25
DAP Máximo - cm	19,99	28,58												28,58
Área Basal - m ²	0,130	0,159												0,29
D.P. DAP (s) - cm	2,78	2,54												5,38
Vassourão-graúdo / <i>Piptocarpha axillaris</i> / ASTERACEAE														
Nº Árvores	13	2	1											16
DAP Médio - cm	13,39	25,34	37,31											16,38
DAP Mínimo - cm	11,08	22,92	37,31											11,08
DAP Máximo - cm	18,87	27,78	37,31											37,31
Área Basal - m ²	0,186	0,102	0,109											0,40
D.P. DAP (s) - cm	1,86	3,42												7,18
Vassourão-preto / <i>Vermonia discolor</i> / ASTERACEAE														
Nº Árvores	4													4
DAP Médio - cm	15,99													15,99
DAP Mínimo - cm	11,33													11,33
DAP Máximo - cm	19,42													19,42
Área Basal - m ²	0,083													0,08
D.P. DAP (s) - cm	3,49													3,49
Não Identificada / Não Identificada / Z* NÃO IDENTIFICADA *Z														
Nº Árvores	42													42
DAP Médio - cm	10,98													10,98
DAP Mínimo - cm	10,03													10,03
DAP Máximo - cm	14,26													14,26
Área Basal - m ²	0,401													0,40
D.P. DAP (s) - cm	1,03													1,03
TOTAL														
Nº Árvores	1656	400	207	136	80	27	20	5		2	1		3	2537
DAP Médio - cm	13,53	24,35	34,57	44,84	54,16	64,10	73,01	83,42		106,59	111,89		163,51	21,34
DAP Mínimo - cm	8,28	20,05	30,02	40,01	50,10	60,32	70,35	80,06		105,84	111,89			8,28
DAP Máximo - cm	19,99	29,92	39,98	49,97	59,91	68,31	79,45	87,79		107,33	111,89		167,75	167,75
Área Basal - m ²	24,740	18,892	19,571	21,563	18,490	8,726	8,380	2,735		1,785	0,983		6,303	132,17
D.P. DAP (s) - cm	2,69	2,90	2,92	2,81	3,06	2,54	2,10	2,92		1,06			5,08	14,41

Nº Árvores = Número de Árvores por Parcela(s)
DAP Médio, Mínimo, Máximo - cm = Valores por Parcela(s)
Área Basal - m² = Área Basal da(s) Parcela(s) em m²
D.P. DAP (s) = Desvio Padrão (s) do DAP em cm

ANEXO 4 - Resultados das estatísticas para as quatro parcelas do projeto PELD, na medição referente ao ano de 2001, por espécie em ordem de nome comum, para classes de diâmetros variáveis, Curitiba, PR, 2002 (continuação)

SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA
PARA FLORESTAS NATURAIS

2/10
28/06/02

ESTATÍSTICAS POR ESPÉCIES E CLASSES DE DIÂMETRO

ESPÉCIE	CLASSES DE DIÂMETRO (cm)													TOTAL
	10,00 11,70	11,71 13,70	13,71 16,03	16,04 18,77	18,78 21,96	21,97 25,71	25,72 30,09	30,10 35,22	35,23 41,22	41,23 48,25	48,26 56,47	56,48 66,09	> = 66,10	
Bugreiro-graúdo / <i>Lithrea brasiliensis</i> / ANACARDIACEAE														
Nº Árvores	9	6	8	9	7	13	6	2	1					61
DAP Médio - cm	10,84	12,77	14,48	17,20	19,91	23,81	27,28	31,93	39,98					19,04
DAP Mínimo - cm	10,03	11,71	13,81	16,07	18,84	22,00	26,32	31,19	39,98					10,03
DAP Máximo - cm	11,59	13,69	15,76	18,11	20,53	25,31	28,33	32,66	39,98					39,98
Área Basal - m ²	0,063	0,077	0,132	0,209	0,218	0,580	0,351	0,160	0,126					1,94
D.P. DAP (s) - cm	0,48	0,79	0,73	0,65	0,63	1,19	0,86	1,04						6,52
Cambará / <i>Gochnatia polymorpha</i> / ASTERACEAE														
Nº Árvores	2	4		1	3		1							11
DAP Médio - cm	11,22	11,76		17,32	21,36		27,12							16,18
DAP Mínimo - cm	10,82	11,71		17,32	20,53		27,12							10,82
DAP Máximo - cm	11,62	11,78		17,32	21,96		27,12							27,12
Área Basal - m ²	0,020	0,043		0,024	0,108		0,058							0,25
D.P. DAP (s) - cm	0,56	0,03			0,74									5,75
Canela-amarela / <i>Nectandra grandiflora</i> / LAURACEAE														
Nº Árvores	73	60	40	41	24	4	5	4	2	1	2	1	1	258
DAP Médio - cm	10,80	12,71	14,85	17,24	20,41	23,61	27,61	31,51	38,71	43,10	50,96	61,12	70,35	15,71
DAP Mínimo - cm	9,49	11,71	13,75	16,04	18,78	22,03	25,78	30,11	38,39	43,10	50,67	61,12	70,35	9,49
DAP Máximo - cm	11,65	13,69	15,92	18,75	21,96	24,51	29,22	32,72	39,02	43,10	51,25	61,12	70,35	70,35
Área Basal - m ²	0,671	0,763	0,694	0,959	0,787	0,175	0,300	0,312	0,235	0,146	0,408	0,293	0,389	6,13
D.P. DAP (s) - cm	0,54	0,62	0,64	0,82	1,02	1,18	1,61	1,09	0,45		0,41			7,48
Canela-coqueiro / <i>Ocotea sp.</i> / LAURACEAE														
Nº Árvores		1		1	2			3					1	8
DAP Médio - cm		11,84		17,19	19,29			32,55					167,75	41,63
DAP Mínimo - cm		11,84		17,19	19,10			31,32					167,75	11,84
DAP Máximo - cm		11,84		17,19	19,48			35,01					167,75	167,75
Área Basal - m ²		0,011		0,023	0,058			0,250					2,210	2,55
D.P. DAP (s) - cm					0,27			2,13						51,61
Canela-guaicá / <i>Ocotea puberula</i> / LAURACEAE														
Nº Árvores	6	5	9	5	8	2	7	5	5	1	4	2	2	61
DAP Médio - cm	10,81	12,91	14,67	17,33	19,78	24,56	27,76	32,95	38,63	43,74	52,33	61,18	76,74	26,83
DAP Mínimo - cm	10,12	12,22	13,78	16,23	18,84	24,22	25,78	30,88	36,61	43,74	48,51	56,85	74,04	10,12
DAP Máximo - cm	11,52	13,37	15,44	18,65	21,80	24,89	29,73	34,76	39,47	43,74	55,13	65,51	79,45	79,45
Área Basal - m ²	0,055	0,066	0,152	0,118	0,246	0,095	0,425	0,427	0,586	0,150	0,862	0,591	0,926	4,70
D.P. DAP (s) - cm	0,50	0,42	0,60	1,19	0,99	0,47	1,35	1,43	1,17		2,77	6,12	3,83	16,30
Canela-Imbuia / <i>Nectandra megapotamica</i> / LAURACEAE														
Nº Árvores	2	5	5	4	2	2	4	3	1	5	4	1		38
DAP Médio - cm	10,38	12,61	14,41	17,55	19,29	23,87	28,86	32,55	39,73	43,79	51,71	59,21		27,64
DAP Mínimo - cm	10,25	12,16	14,07	16,87	19,03	22,73	28,33	31,19	39,73	41,57	48,96	59,21		10,25
DAP Máximo - cm	10,50	13,24	15,15	18,53	19,54	25,02	29,38	34,95	39,73	47,43	55,13	59,21		59,21
Área Basal - m ²	0,017	0,063	0,082	0,097	0,058	0,090	0,262	0,250	0,124	0,755	0,842	0,275		2,91
D.P. DAP (s) - cm	0,18	0,44	0,45	0,70	0,36	1,62	0,52	2,08		2,42	2,64			14,78
Canela-sabo / <i>Cinnamomum sellowianum</i> / LAURACEAE														
Nº Árvores	2	7	4	4		2		3	1		2			25
DAP Médio - cm	11,25	12,42	14,84	17,26		23,28		31,50	40,43		52,76			21,00
DAP Mínimo - cm	11,14	11,78	13,75	16,23		22,25		31,26	40,43		49,97			11,14
DAP Máximo - cm	11,36	12,92	16,01	18,14		24,32		31,96	40,43		55,55			55,55
Área Basal - m ²	0,020	0,085	0,069	0,094		0,085		0,234	0,128		0,438			1,15
D.P. DAP (s) - cm	0,16	0,40	1,13	0,84		1,46		0,40			3,94			12,37

ANEXO 4 - Resultados das estatísticas para as quatro parcelas do projeto PELD, na medição referente ao ano de 2001, por espécie em ordem de nome comum, para classes de diâmetros variáveis, Curitiba, PR, 2002 (continuação)

SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA
PARA FLORESTAS NATURAIS

10/10
07/10/02

ESTATÍSTICAS POR ESPÉCIES E CLASSES DE DIÂMETRO

ESPÉCIE	CLASSES DE DIÂMETRO (cm)													TOTAL
	10,00 11,70	11,71 13,70	13,71 16,03	16,04 18,77	16,78 21,96	21,97 25,71	25,72 30,09	30,10 35,22	35,23 41,22	41,23 48,25	48,26 56,47	56,48 66,09	> = 66,10	
Vassourão-branco / <i>Piptocarpha angustifolia</i> / ASTERACEAE														
Nº Árvores		1	1	3	1	2	1							9
DAP Médio - cm		12,25	14,13	17,36	19,99	24,56	28,58							19,57
DAP Mínimo - cm		12,25	14,13	16,84	19,99	23,52	28,58							12,25
DAP Máximo - cm		12,25	14,13	17,92	19,99	25,59	28,58							28,58
Área Basal - m ²		0,012	0,016	0,071	0,031	0,095	0,064							0,29
D.P. DAP (s) - cm				0,54		1,46								5,38
Vassourão-graúdo / <i>Piptocarpha edulis</i> / ASTERACEAE														
Nº Árvores		2	6	3	2		1	1		1				16
DAP Médio - cm		11,24	12,45	14,48	16,71		22,92	27,76		37,31				16,38
DAP Mínimo - cm		11,08	11,94	13,97	16,55		22,92	27,76		37,31				11,08
DAP Máximo - cm		11,40	12,73	15,15	16,87		22,92	27,76		37,31				37,31
Área Basal - m ²		0,020	0,073	0,049	0,044		0,041	0,061		0,109				0,40
D.P. DAP (s) - cm		0,23	0,29	0,60	0,23									7,16
Vassourão-preto / <i>Vernonia discolor</i> / ASTERACEAE														
Nº Árvores		1		1	1	1								4
DAP Médio - cm		11,33		15,53	17,67	19,42								15,99
DAP Mínimo - cm		11,33		15,53	17,67	19,42								11,33
DAP Máximo - cm		11,33		15,53	17,67	19,42								19,42
Área Basal - m ²		0,010		0,019	0,025	0,030								0,08
D.P. DAP (s) - cm														3,49
Não Identificada / Não Identificada / Z* NÃO IDENTIFICADA *Z														
Nº Árvores		35	5	2										42
DAP Médio - cm		10,59	12,45	14,10										10,98
DAP Mínimo - cm		10,03	11,78	13,84										10,03
DAP Máximo - cm		11,46	13,18	14,26										14,26
Área Basal - m ²		0,309	0,061	0,031										0,40
D.P. DAP (s) - cm		0,44	0,58	0,23										1,03
TOTAL														
Nº Árvores	537	456	314	266	198	142	145	124	95	96	83	44	37	2537
DAP Médio - cm	10,78	12,67	14,75	17,26	20,31	23,71	27,72	32,56	38,20	44,30	51,42	60,63	83,70	21,34
DAP Mínimo - cm	8,28	11,71	13,72	16,04	18,78	22,00	25,72	30,11	35,24	41,22	48,29	56,47	66,34	8,28
DAP Máximo - cm	11,88	13,69	16,01	18,75	21,96	25,62	30,02	35,01	41,19	47,94	55,96	65,95	167,75	167,75
Área Basal - m ²	4,919	5,766	5,378	6,234	6,426	6,261	8,771	10,344	10,908	14,824	17,265	12,730	22,322	132,17
D.P. DAP (s) - cm	0,56	0,80	0,66	0,79	0,96	1,03	1,26	1,43	1,61	1,85	2,18	2,94	26,36	14,41

Nº Árvores = Número de Árvores por Parcela(s)
DAP Médio, Máximo, Mínimo = Valores por Parcela(s)
Área Basal - m² = Área Basal da(s) Parcela(s) em m²
D.P. DAP(s) = Desvio Padrão (s) do DAP em cm

ANEXO 5 - Resultados das estimativas dos índices fitossociológicos, para as quatro parcelas do projeto PELD, referentes a medição do ano 2001, por espécie em ordem de nome científico, Curitiba, PR, 2002 (continuação)

SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA
PARA FLORESTAS NATURAIS

35
28/06/02

VARIÁVEIS FITOSSOCIOLÓGICAS POR ESPÉCIE

ESPÉCIE	DENSIDADE		FREQÜÊNCIA		DOMINÂNCIA		IMPORTÂNCIA		COBERTURA	
	ABS. nº	REL. %	ABS. %	REL. %	ABS. m²	REL. %	VALOR %	PERCT. %	VALOR %	PERCT. %
Myrtaceae 1 Guamirim-preto MYRTACEAE	21	0,74	13,45	1,11	0,31	0,23	2,09	0,70	0,98	0,49
Myrtaceae 2 Guamirim-vermelho MYRTACEAE	36	1,27	16,81	1,39	0,47	0,35	3,02	1,01	1,63	0,81
Myrtaceae 3 Laranja-do-mato MYRTACEAE	1	0,04	0,84	0,07	0,02	0,02	0,12	0,04	0,05	0,03
Myrtaceae 4 Murteira MYRTACEAE	60	2,12	32,77	2,71	0,88	0,67	5,50	1,83	2,79	1,39
Não Identificada (Ni) Embira-do-mato Z* NÃO IDENTIFICADA *Z	11	0,39	8,40	0,70	0,18	0,13	1,22	0,41	0,52	0,26
Nectandra grandiflora Canela-amarela LAURACEAE	258	9,13	72,27	5,98	6,13	4,64	19,75	6,58	13,77	6,88
Nectandra megapota mica Canela-imbuia LAURACEAE	38	1,34	24,37	2,02	2,91	2,20	5,57	1,86	3,55	1,77
Ocotea porosa Imbuia LAURACEAE	34	1,20	19,33	1,60	7,90	5,98	8,78	2,93	7,18	3,59
Ocotea puberula Canela-guaicá LAURACEAE	61	2,16	26,05	2,16	4,70	3,56	7,87	2,62	5,71	2,86
Ocotea sp. Canela-coqueiro LAURACEAE	8	0,28	3,36	0,28	2,55	1,93	2,49	0,83	2,21	1,11
Persea major Pau-andrade LAURACEAE	6	0,21	5,04	0,42	0,08	0,06	0,69	0,23	0,27	0,14
Piptocarpha angustifolia Vassourão-branco ASTERACEAE	9	0,32	6,72	0,56	0,29	0,22	1,09	0,36	0,54	0,27
Piptocarpha axillaris Vassourão-graúdo ASTERACEAE	16	0,57	10,92	0,90	0,40	0,30	1,77	0,59	0,87	0,43
Prunus brasiliensis Pessegueiro-bravo ROSACEAE	68	2,41	31,93	2,64	1,70	1,28	6,33	2,11	3,69	1,84
Psidium sp. Araçá MYRTACEAE	4	0,14	2,52	0,21	0,09	0,07	0,42	0,14	0,21	0,10
Rapanea ferruginea Capororoquinha MYRSINACEAE	75	2,65	31,93	2,64	1,36	1,03	6,33	2,11	3,68	1,84

ANEXO 5 - Resultados das estimativas dos índices fitossociológicos, para as quatro parcelas do projeto PELD, referentes a medição do ano 2001, por espécie em ordem de nome científico, Curitiba, PR, 2002 (continuação)

SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA
PARA FLORESTAS NATURAIS

55
28/06/02

VARIÁVEIS FITOSSOCIOLÓGICAS POR ESPÉCIE

ESPÉCIE	DENSIDADE		FREQÜÊNCIA		DOMINÂNCIA		IMPORTÂNCIA		COBERTURA	
	ABS. n°	REL. %	ABS. %	REL. %	ABS. m²	REL. %	VALOR %	PERCT. %	VALOR %	PERCT. %
<i>Xylocma pseudosalzmanii</i>										
Sucará	7	0,25	5,88	0,49	0,07	0,06	0,79	0,26	0,30	0,15
FLACOURTIACEAE										
<i>Zanthoxylum kleinii</i>										
Juvevé branco	21	0,74	12,61	1,04	0,45	0,34	2,13	0,71	1,08	0,54
RUTACEAE										
Mortas	290	10,26	158,82	13,15	0,00	0,00	23,41	7,80	10,26	5,13
Não Identificada										
Não Identificada	42	1,49	27,73	2,30	0,40	0,30	4,09	1,36	1,79	0,89
NÃO IDENTIFICADA *Z										
TOTAL	2827	100,00		100,00	132,17	100,00	300,00	100,00	200,00	100,00

ANEXO 6 - Resultados das estatísticas da dinâmica, para as quatro parcelas do projeto PELD, nas medições do período de 1995 a 2001, para as cinco espécies mais importantes, em ordem de nome comum, para classes de diâmetros fixas, Curitiba, PR, 2002

SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA
PARA FLORESTAS NATURAIS

1/1
07/10/02

ESTATÍSTICAS DA DINÂMICA POR ESPÉCIES E CLASSES DE DIÂMETRO

ESPÉCIE	CLASSES DE DIÂMETRO (cm)													TOTAL
	10,00	20,00	30,00	40,00	50,00	60,00	70,00	80,00	90,00	100,00	110,00	120,00	>	
	19,99	29,99	39,99	49,99	59,99	69,99	79,99	89,99	99,99	109,99	119,99	129,99	130,00	
Araucária / Araucaria angustifolia / ARAUCARIACEAE														
Nº Árvores	168	113	106	91	59	24	15	4		1				581
IPA DAP Médio - cm	0,11	0,25	0,27	0,27	0,26	0,36	0,62	0,39		0,13				0,23
IPA g Médio - cm ² /m ²	758,44	1207,33	1460,66	2015,18	1590,06	848,81	1021,72	201,18		21,97				9123,34
Índice "G" - m ²	63,29	60,57	55,03	44,83	30,49	17,00	9,23	3,01	0,88	0,88				63,29
Ingresso	20	2		1	1									24
Mortalidade	6	1												7
Canela-amarela / Nectandra grandiflora / LAURACEAE														
Nº Árvores	224	26	6	1	2	1	1							261
IPA DAP Médio - cm	0,19	0,36	0,44	0,58	0,67	0,00	0,41							0,22
IPA g Médio - cm ² /m ²	1597,78	322,58	123,18	37,57	102,03	0,16	44,35							2227,68
Índice "G" - m ²	6,16	2,86	1,80	1,25	1,11	0,70	0,39							6,16
Ingresso	42													42
Mortalidade	6													6
Canela-guaicá / Ocotea puberula / LAURACEAE														
Nº Árvores	42	11	10	3	4	1	2							73
IPA DAP Médio - cm	0,18	0,59	0,38	0,27	0,19	0,12	0,06							0,27
IPA g Médio - cm ² /m ²	405,89	411,68	373,83	53,89	63,34	12,49	14,26							1335,37
Índice "G" - m ²	4,88	4,33	3,74	2,72	2,19	1,26	0,93							4,88
Ingresso	10	2	1											13
Mortalidade			1											1
Erva-mate / Ilex paraguariensis / AQUIFOLIACEAE														
Nº Árvores	145	4	1	1										151
IPA DAP Médio - cm	0,13	0,27	0,11	0,27										0,14
IPA g Médio - cm ² /m ²	994,61	34,00	6,36	17,97										1052,95
Índice "G" - m ²	2,50	0,40	0,26	0,15										2,50
Ingresso	28													28
Mortalidade	9	2	1											12
Miguel-pintado / Matayba elaeagnoides / SAPINDACEAE														
Nº Árvores	58	47	31	12	3									149
IPA DAP Médio - cm	0,07	0,16	0,12	0,25	0,18									0,12
IPA g Médio - cm ² /m ²	472,22	346,38	191,28	209,00	45,61									1264,49
Índice "G" - m ²	8,68	7,91	5,49	2,62	0,72									8,68
Ingresso	23	1												24
Mortalidade	3		3											6
TOTAL														
Nº Árvores	635	201	154	108	68	26	18	4		1				1215
IPA DAP Médio - cm	0,15	0,26	0,25	0,27	0,26	0,33	0,55	0,39		0,13				0,21
IPA g Médio - cm ² /m ²	0,42	0,23	0,22	0,23	0,18	0,09	0,11	0,02		0,00				1,50
Índice "G" - m ²	85,51	76,08	66,31	51,68	34,51	18,97	10,55	3,01	0,88	0,88				85,51
Ingresso	123	5	1	1	1									131
Mortalidade	24	3	5											32

Nº Árvores, Ingresso, Mortalidade = Número de Árvores por Parcela(s)

IPA DAP Médio = Incremento Periódico Anual do DAP em cm por Parcela(s)

IPA g Médio = Incremento Periódico Anual em Área Basal Individual ou Total em cm² ou m² por Parcela(s)

Índice "G" = Índice de Sombreamento em m² por Parcela(s)

ANEXO 7 - Resultados das estatísticas da dinâmica, para as quatro parcelas do projeto PELD, nas medições do período de 1995 a 2001, para as cinco espécies mais importantes, em ordem de nome comum, para classes de diâmetros variáveis, Curitiba, PR, 2002

SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA
PARA FLORESTAS NATURAIS

1/1
07/10/02

ESTATÍSTICAS DA DINÂMICA POR ESPÉCIES E CLASSES DE DIÂMETRO

ESPÉCIE	CLASSES DE DIÂMETRO (cm)													TOTAL
	10,00	11,71	13,71	16,04	18,78	21,97	25,72	30,10	35,23	41,23	48,28	56,48	> =	
Araucária / Araucaria angustifolia / ARAUCARIACEAE														
Nº Árvores	47	33	35	43	29	48	47	63	49	67	61	33	26	581
IPA DAP Médio - cm	0,02	0,11	0,16	0,17	0,21	0,23	0,27	0,28	0,22	0,27	0,28	0,32	0,49	0,23
IPA g Médio - cm ² /m ²	206,26	132,93	118,31	257,85	234,48	384,39	647,10	875,47	632,70	1218,97	1997,30	998,21	1421,37	9123,34
Índice "G" - m ²	63,29	62,93	62,50	61,89	60,88	59,93	57,83	54,95	49,85	44,02	33,71	21,00		63,29
Ingresso	15	3		2	1		1				2			24
Mortalidade	2	2	2		1									7
Canela-amarela / Nectandra grandiflora / LAURACEAE														
Nº Árvores	75	61	40	41	24	4	5	4	2	1	2	1	1	261
IPA DAP Médio - cm	0,06	0,19	0,27	0,33	0,33	0,40	0,48	0,60	0,12	0,58	0,67	0,00	0,41	0,22
IPA g Médio - cm ² /m ²	590,93	334,04	260,73	341,92	241,94	57,05	93,76	108,46	14,72	37,57	102,03	0,16	44,35	2227,66
Índice "G" - m ²	6,16	5,50	4,72	4,03	3,07	2,28	2,10	1,80	1,49	1,25	1,11	0,70		6,18
Ingresso	35	6	1											42
Mortalidade	3		2	1										6
Canela-guaicá / Ocotea puberula / LAURACEAE														
Nº Árvores	18	5	8	5	8	2	7	5	5	1	5	2	2	73
IPA DAP Médio - cm	0,01	0,14	0,21	0,60	0,50	0,66	0,47	0,45	0,31	0,71	0,17	0,08	0,06	0,27
IPA g Médio - cm ² /m ²	50,32	55,54	120,31	72,90	161,02	122,87	234,61	107,74	266,10	46,13	67,79	15,80	14,26	1335,37
Índice "G" - m ²	4,88	4,82	4,76	4,62	4,50	4,26	4,16	3,74	3,31	2,72	2,57	1,52		4,88
Ingresso	4	2	3		1	1	1		1					13
Mortalidade										1				1
Erva-mate / Ilex paraguayensis / AQUIFOLIACEAE														
Nº Árvores	47	43	26	21	12					1	1			151
IPA DAP Médio - cm	0,03	0,18	0,17	0,18	0,27					0,11	0,27			0,14
IPA g Médio - cm ² /m ²	254,30	282,43	208,47	141,96	141,45					6,36	17,97			1052,95
Índice "G" - m ²	2,50	2,12	1,57	1,13	0,64	0,26	0,26	0,26	0,26	0,15				2,50
Ingresso	15	7	4	1	1									28
Mortalidade	3	4	2		1	1		1						12
Miguel-pintado / Matayba elaeagnoides / SAPINDACEAE														
Nº Árvores	21	18	7	8	8	14	27	20	13	8	4	1		149
IPA DAP Médio - cm	0,02	0,05	0,08	0,20	0,16	0,21	0,13	0,14	0,09	0,28	0,19	0,22		0,12
IPA g Médio - cm ² /m ²	217,97	194,85	12,72	41,00	101,49	101,92	148,64	140,18	73,26	152,66	59,13	20,62		1264,45
Índice "G" - m ²	8,68	8,50	8,28	8,16	7,97	7,70	7,06	5,49	3,83	2,35	1,10	0,28		8,68
Ingresso	14	9			1									24
Mortalidade	1		1		1			2	1					6
TOTAL														
Nº Árvores	208	160	116	118	81	68	86	92	70	78	72	37	29	1215
IPA DAP Médio - cm	0,04	0,15	0,20	0,25	0,28	0,25	0,26	0,28	0,20	0,28	0,28	0,29	0,46	0,21
IPA g Médio - cm ² /m ²	0,13	0,10	0,07	0,09	0,09	0,07	0,11	0,12	0,10	0,15	0,22	0,10	0,15	1,50
Índice "G" - m ²	85,51	83,86	81,83	79,83	77,05	74,43	71,43	66,24	58,54	50,51	38,49	23,50		85,51
Ingresso	83	27	8	3	4	1	2		1		2			131
Mortalidade	9	6	7	1	3	1		3	2					32

Nº Árvores, Ingresso, Mortalidade = Número de Árvores por Parcela(s)

IPA DAP Médio = Incremento Periódico Anual do DAP em cm por Parcela(s)

IPA g Médio = Incremento Periódico Anual em Área Basal Individual ou Total em cm² ou m² por Parcela(s)

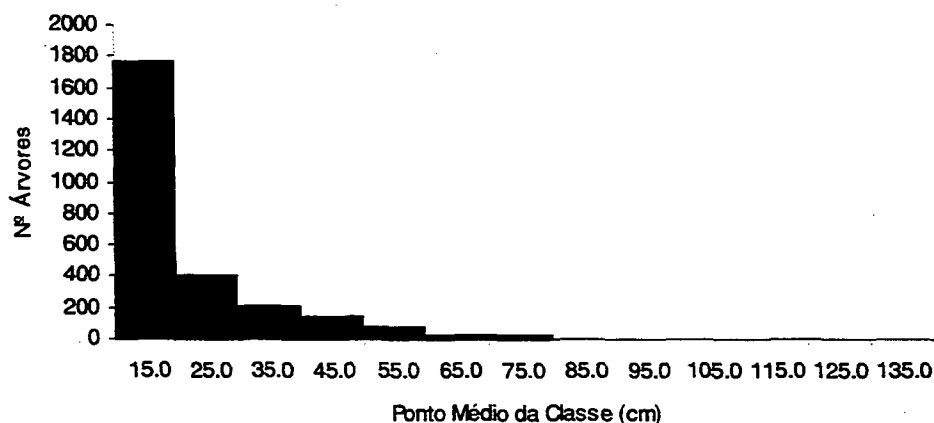
Índice "G" = Índice de Sombreamento em m² por Parcela(s)

ANEXO 8.1 - Gráfico do número de árvores para as quatro parcelas do projeto PELD, nas medições referentes ao período de 1995 a 2001, para classes de diâmetros fixas e variáveis, Curitiba, PR, 2001

**SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA
PARA FLORESTAS NATURAIS**

1/1
05/05/02

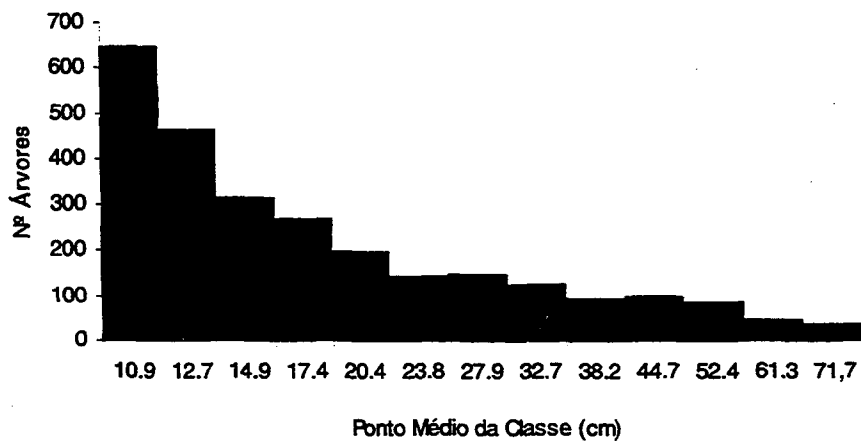
NÚMERO DE ÁRVORES POR CLASSES DE DIÂMETRO FIXAS



**SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA
PARA FLORESTAS NATURAIS**

1/1
05/05/02

NÚMERO DE ÁRVORES POR CLASSES DE DIÂMETRO VARIÁVEIS

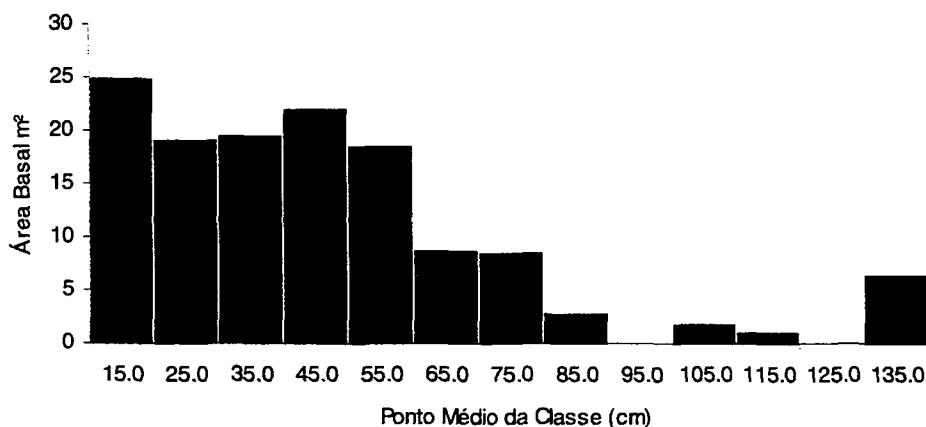


ANEXO 8.2 - Gráfico da área basal para as quatro parcelas do projeto PELD, nas medições referentes ao período de 1995 a 2001, para classes de diâmetros fixas e variáveis, Curitiba, PR, 2001

**SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA
PARA FLORESTAS NATURAIS**

1/1
05/05/02

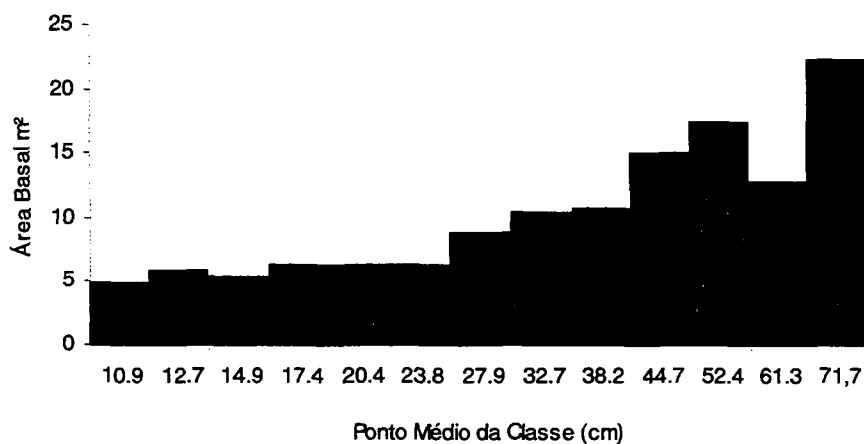
ÁREA BASAL POR CLASSES DE DIÂMETRO FIXAS



**SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA
PARA FLORESTAS NATURAIS**

1/1
05/05/02

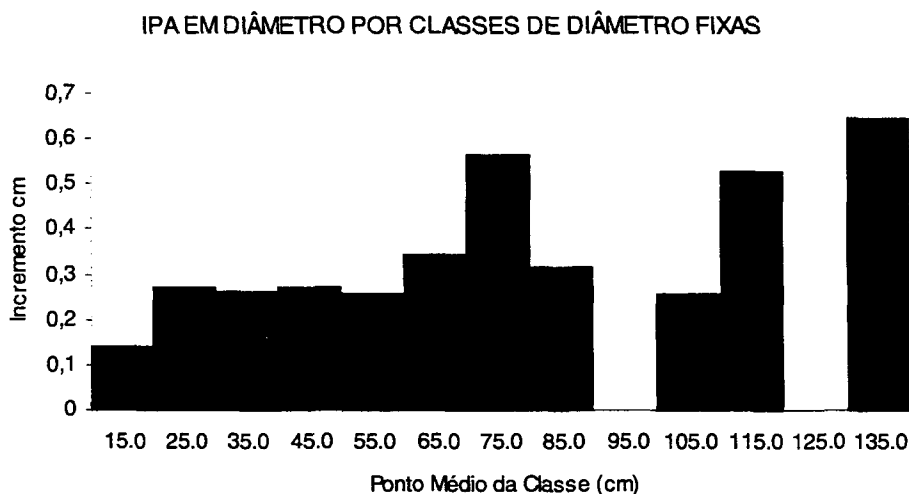
ÁREA BASAL POR CLASSES DE DIÂMETRO VARIÁVEIS



ANEXO 8.3 - Gráfico do incremento periódico anual médio em diâmetro, para as quatro parcelas do projeto PELD, nas medições referentes ao período de 1995 a 2001, para classes de diâmetros fixas e variáveis, Curitiba, PR, 2001

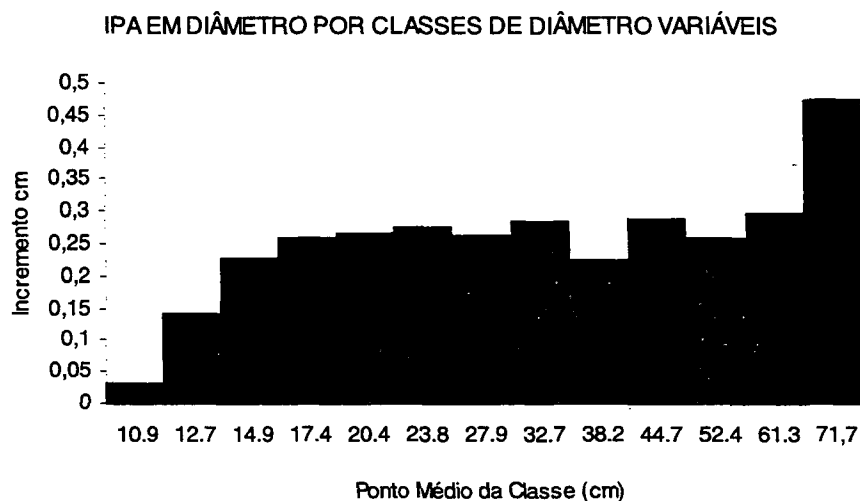
**SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA
PARA FLORESTAS NATURAIS**

1/1
05/05/02



**SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA
PARA FLORESTAS NATURAIS**

1/1
05/05/02

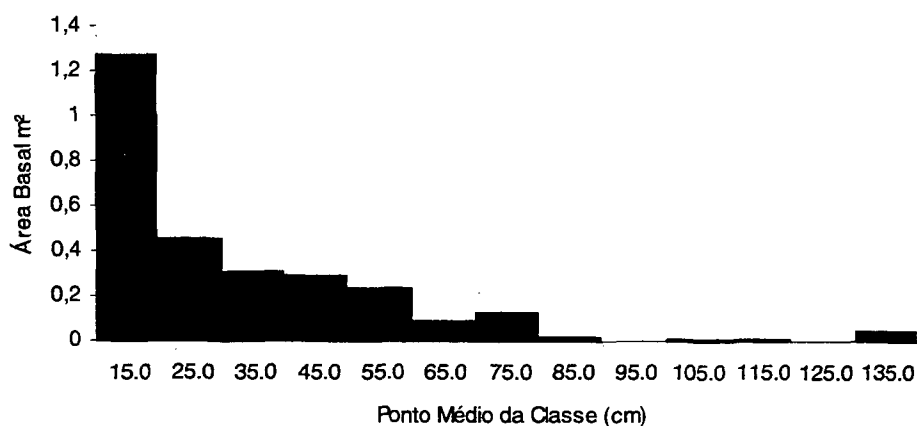


ANEXO 8.4 - Gráfico do incremento periódico anual médio em área basal, para as quatro parcelas do projeto PELD, nas medições referentes ao período de 1995 a 2001, para classes de diâmetros fixas e variáveis, Curitiba, PR, 2001

**SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA
PARA FLORESTAS NATURAIS**

1/1
05/05/02

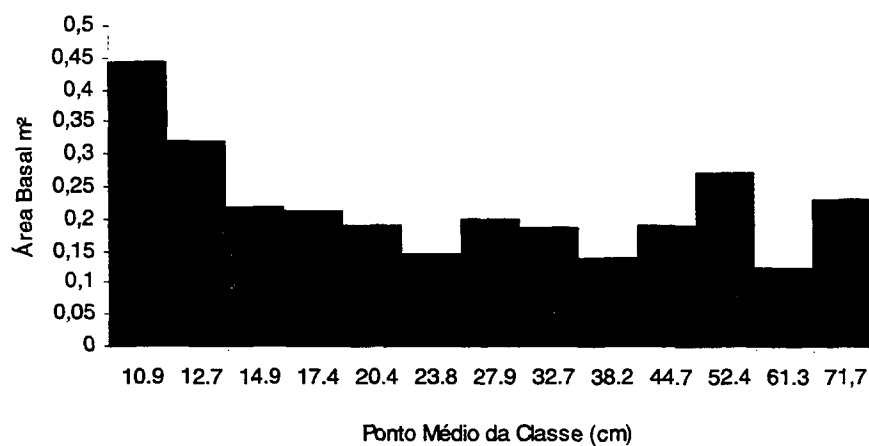
IPA EM ÁREA BASAL POR CLASSES DE DIÂMETRO FIXAS



**SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA
PARA FLORESTAS NATURAIS**

1/1
05/05/02

IPA EM ÁREA BASAL POR CLASSES DE DIÂMETRO VARIÁVEIS

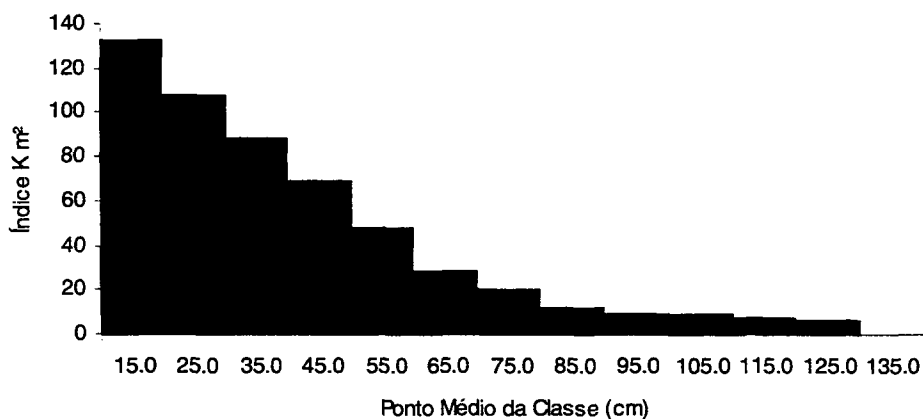


ANEXO 8.5 - Gráfico do índice de competição "G", para as quatro parcelas do projeto PELD, nas medições referentes ao período de 1995 a 2001, para classes de diâmetros fixas e variáveis, Curitiba, PR, 2001

**SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA
PARA FLORESTAS NATURAIS**

1/1
05/05/02

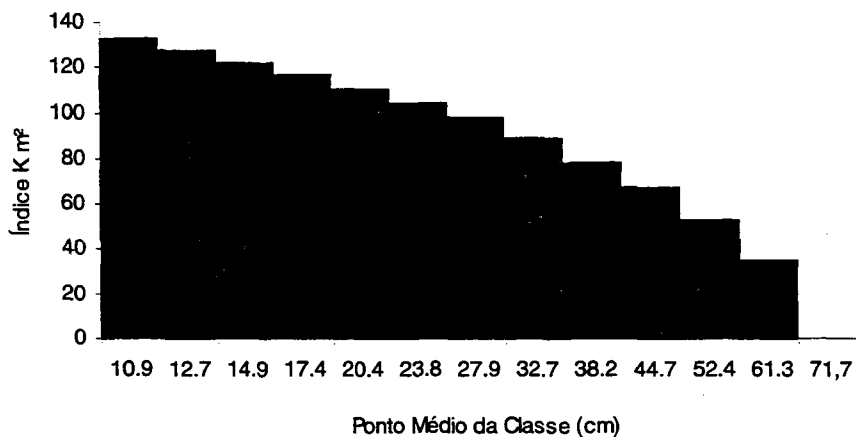
ÍNDICE DE COMPETIÇÃO POR CLASSES DE DIÂMETRO FIXAS



**SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA
PARA FLORESTAS NATURAIS**

1/1
05/05/02

ÍNDICE DE COMPETIÇÃO POR CLASSES DE DIÂMETRO VARIÁVEIS

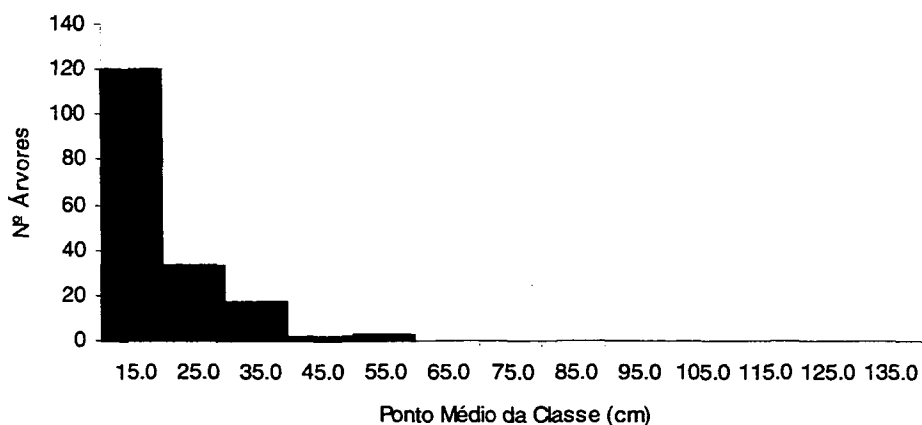


ANEXO 8.6 - Gráfico da mortalidade, para as quatro parcelas do projeto PELD, nas medições referentes ao período de 1995 a 2001, para classes de diâmetros fixas e variáveis, Curitiba, PR, 2001

**SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA
PARA FLORESTAS NATURAIS**

1/1
05/05/02

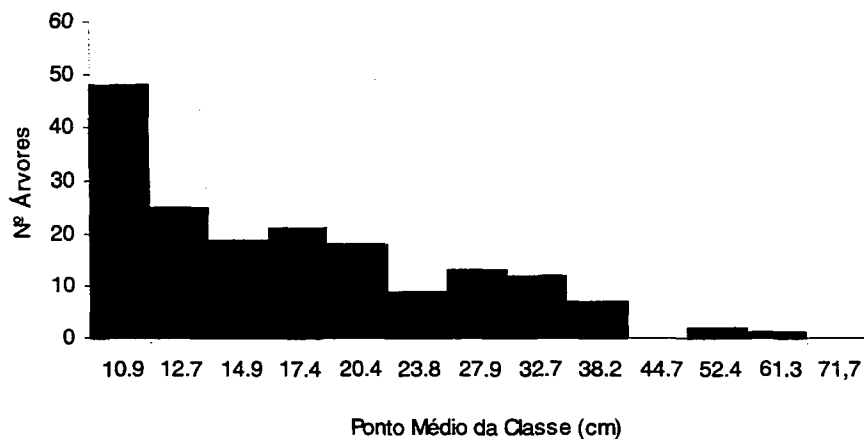
MORTALIDADE POR CLASSES DE DIÂMETRO FIXAS



**SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA
PARA FLORESTAS NATURAIS**

1/1
05/05/02

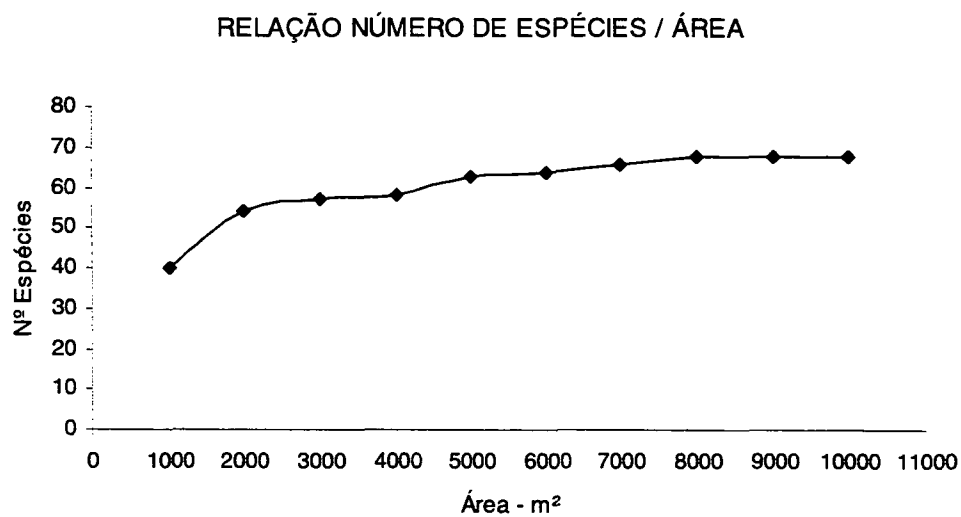
MORTALIDADE POR CLASSES DE DIÂMETRO VARIÁVEIS



ANEXO 8.7 - Gráfico da relação Número de Espécies / Área, para a parcela número dois do projeto PELD, na medição referente ao ano 2001, Curitiba, PR, 2001

**SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA
PARA FLORESTAS NATURAIS**

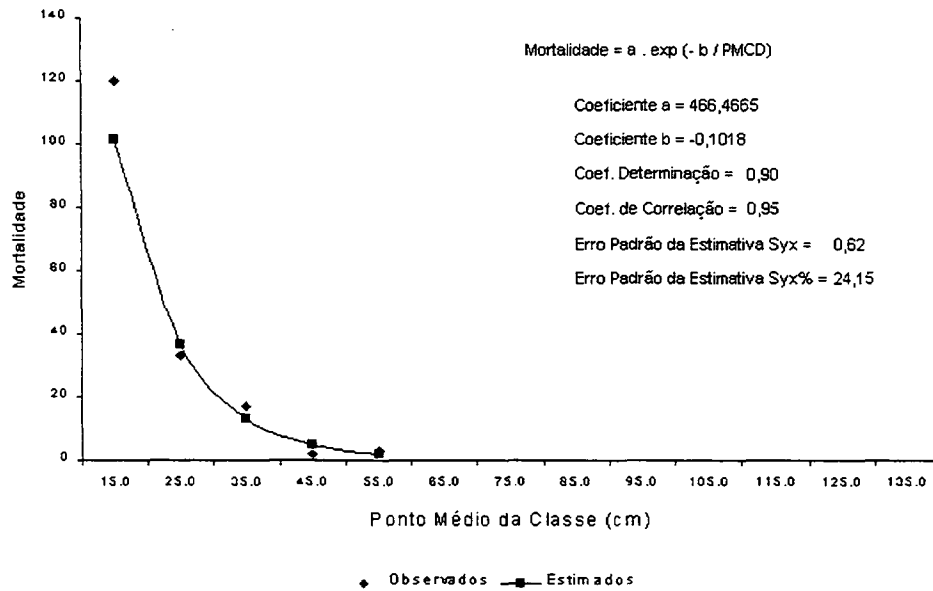
1/1
05/05/02



ANEXO 8.8 - Resultados e gráfico do ajuste da equação de mortalidade, para as quatro parcelas do projeto PELD, nas medições referentes ao período de 1995 a 2001, para classes de diâmetros fixas e variáveis, Curitiba, PR, 2001

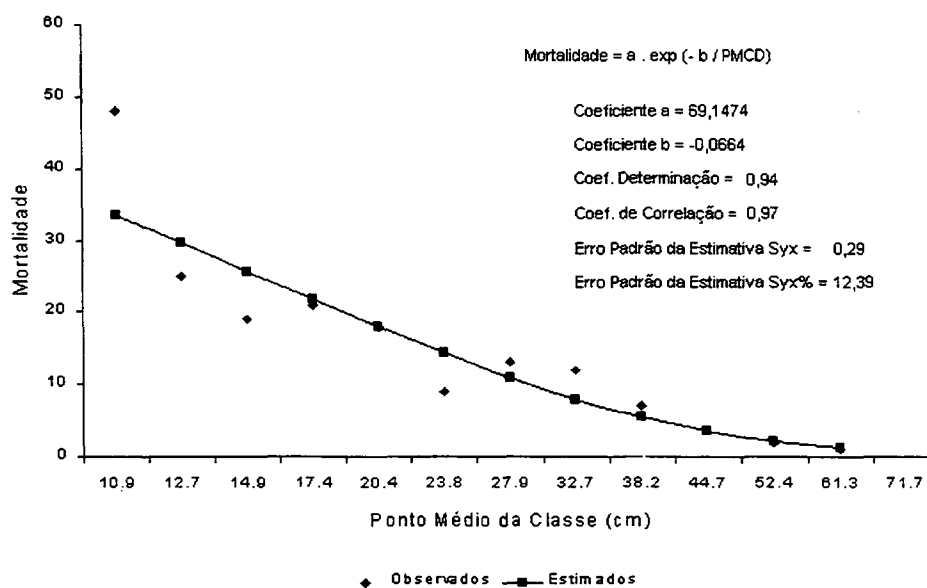
SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA
PARA FLORESTAS NATURAIS

1/1
05/05/02



SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA
PARA FLORESTAS NATURAIS

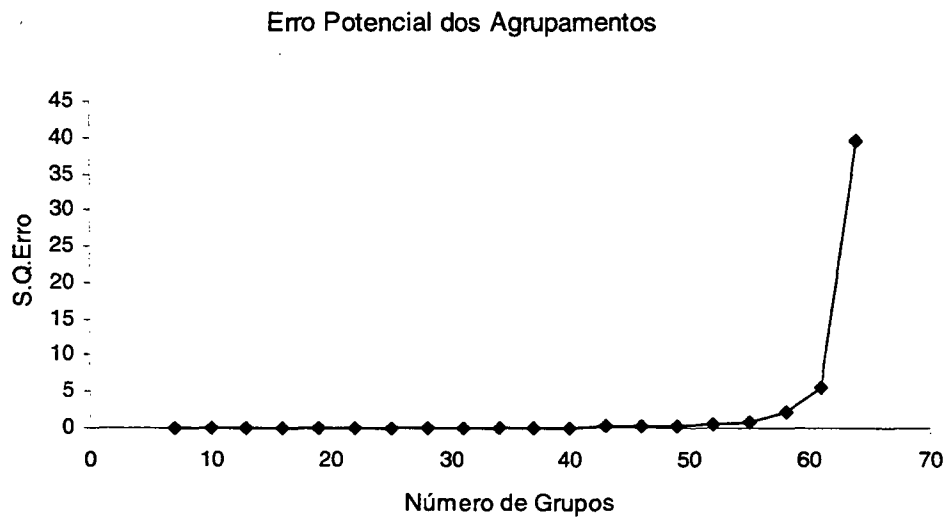
1/1
05/05/02



ANEXO 8.9 - Gráfico do erro potencial de agrupamento de espécies, para as quatro parcelas do projeto PELD, na medição referente ao ano de 2001, para variáveis normalizadas e originais, Curitiba, PR, 2001

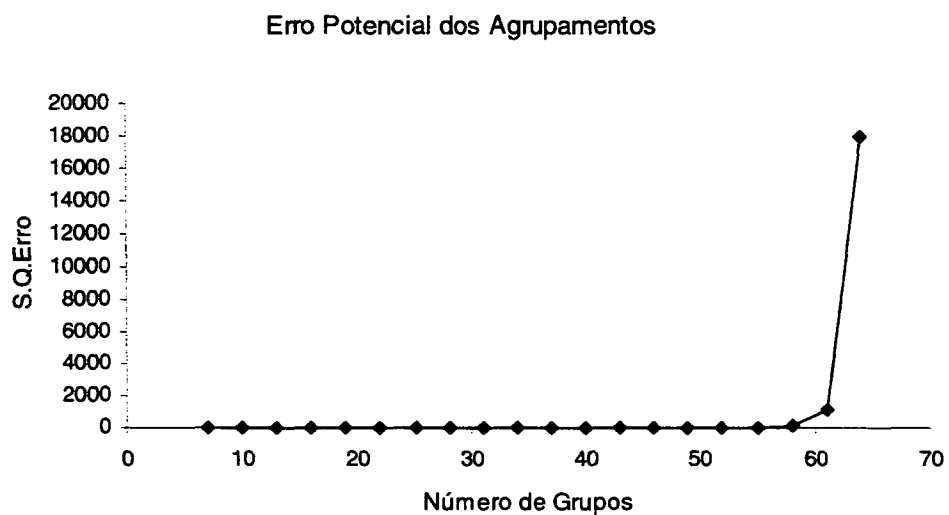
**SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA
PARA FLORESTAS NATURAIS**

1/1
05/05/02



**SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA
PARA FLORESTAS NATURAIS**

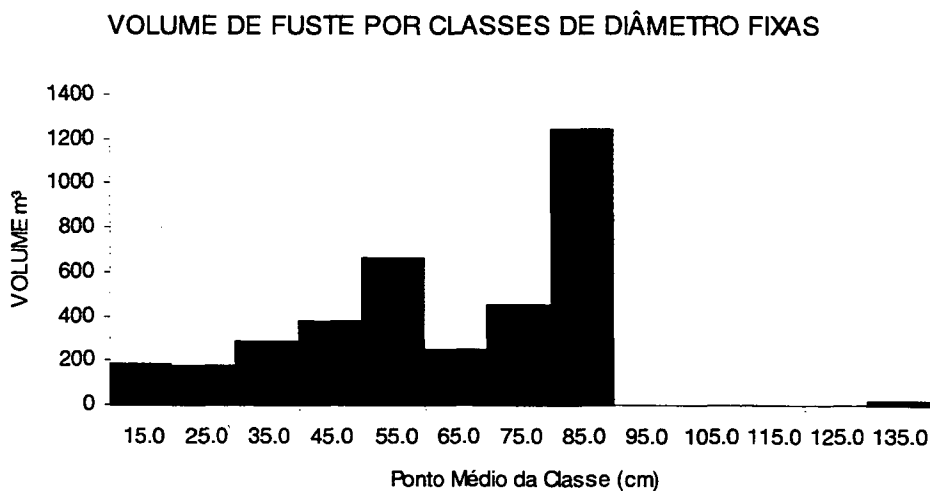
1/1
05/05/02



ANEXO 8.10 - Gráfico do volume de fuste, para as quatro parcelas do projeto PELD, nas medições referentes ao período de 1995 a 2001, para classes de diâmetros fixas e variáveis, Curitiba, PR, 2001

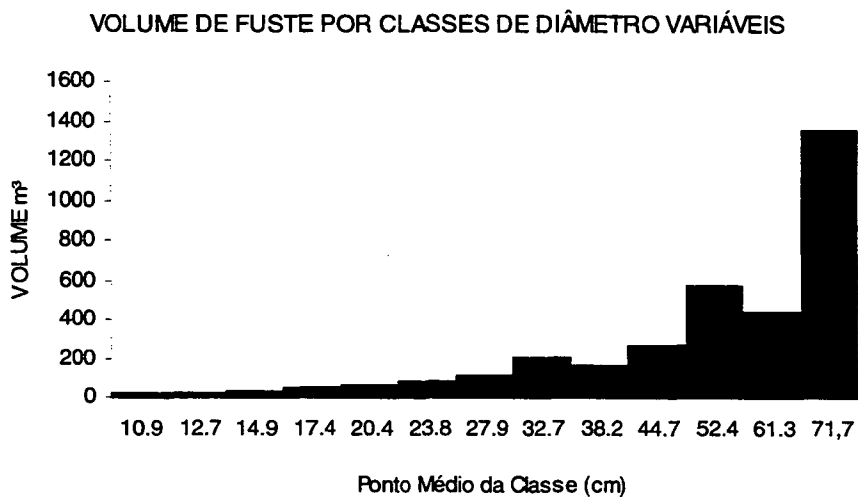
**SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA
PARA FLORESTAS NATURAIS**

1/1
05/05/02



**SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA
PARA FLORESTAS NATURAIS**

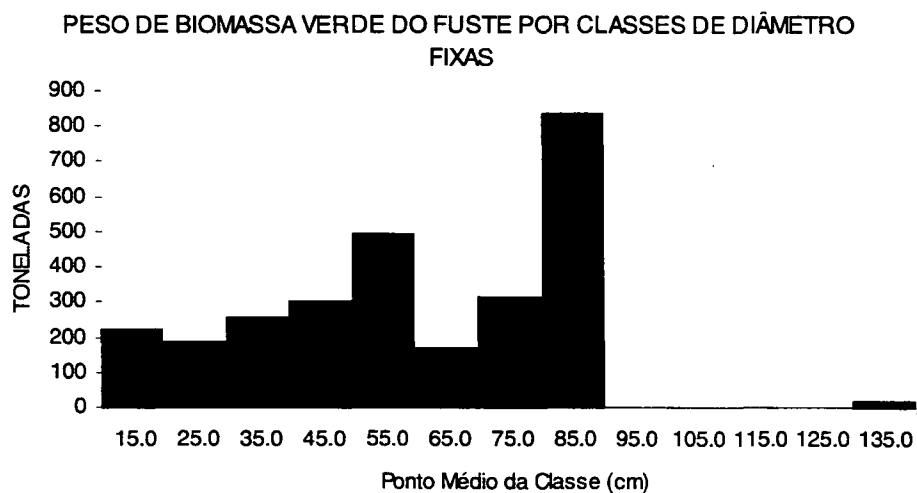
1/1
05/05/02



ANEXO 8.11 - Gráfico da biomassa verde de fuste, para as quatro parcelas do projeto PELD, nas medições referentes ao período de 1995 a 2001, para classes de diâmetros fixas e variáveis, Curitiba, PR, 2001

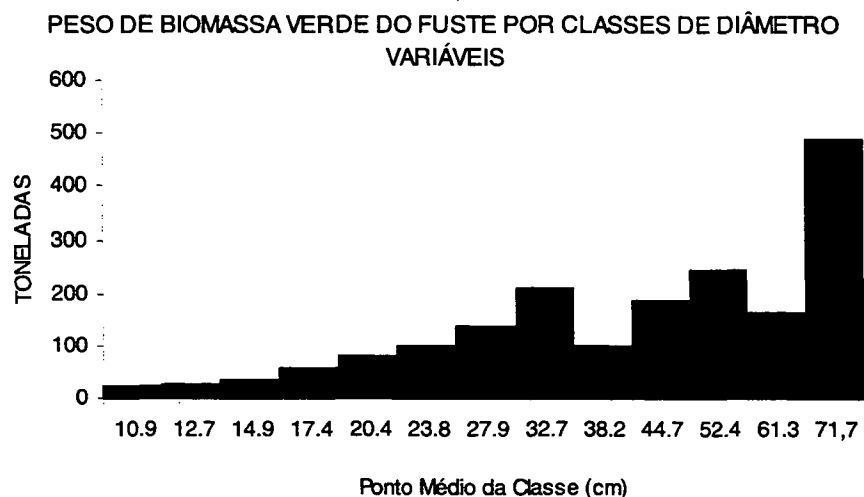
**SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA
PARA FLORESTAS NATURAIS**

1/1
05/05/02



**SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA
PARA FLORESTAS NATURAIS**

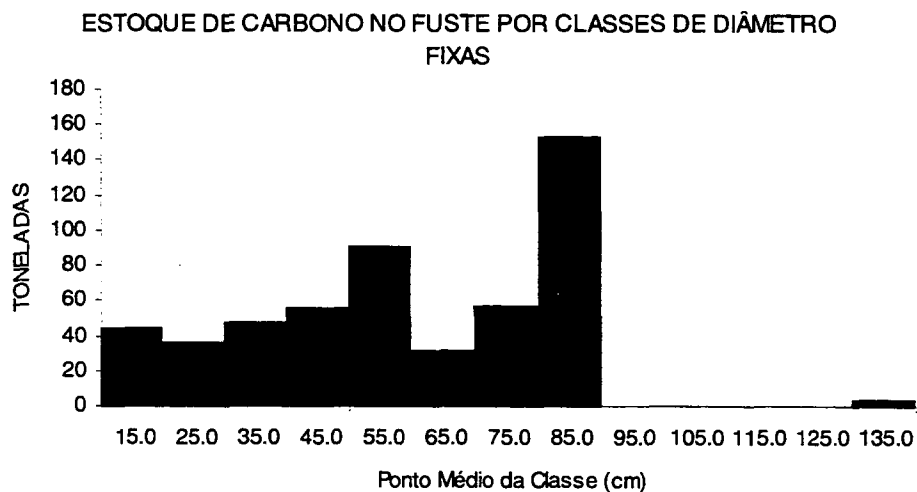
1/1
05/05/02



ANEXO 8.12 - Gráfico do estoque de carbono no fuste, para as quatro parcelas do projeto PELD, nas medições referentes ao período de 1995 a 2001, para classes de diâmetros fixas e variáveis, Curitiba, PR, 2001

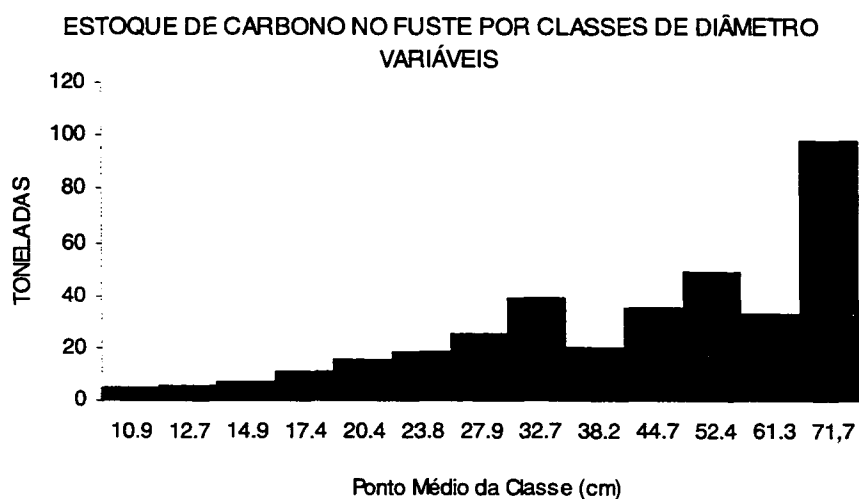
**SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA
PARA FLORESTAS NATURAIS**

1/1
05/05/02



**SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA
PARA FLORESTAS NATURAIS**

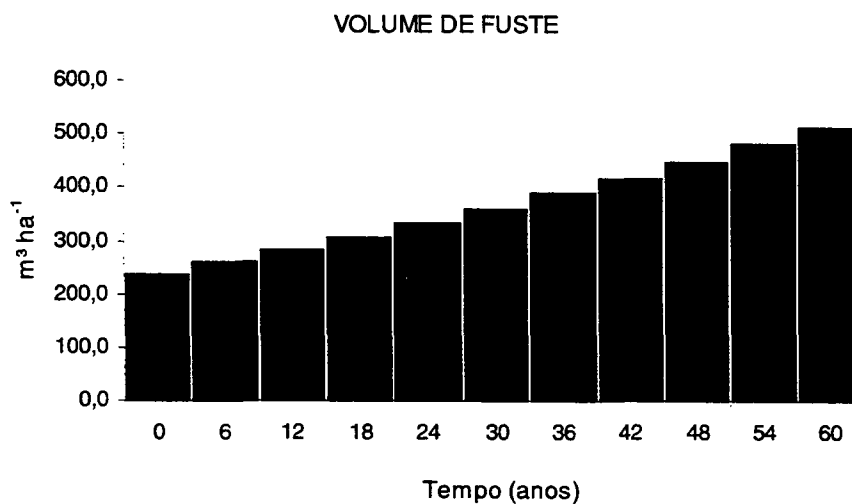
1/1
05/05/02



ANEXO 8.13 Gráfico do volume total de fuste em $m^3 ha^{-1}$, nas quatro parcelas do projeto PELD, no período de 1995 a 2001, ao final de 60 anos de projeção, Curitiba, PR

**SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA
PARA FLORESTAS NATURAIS**

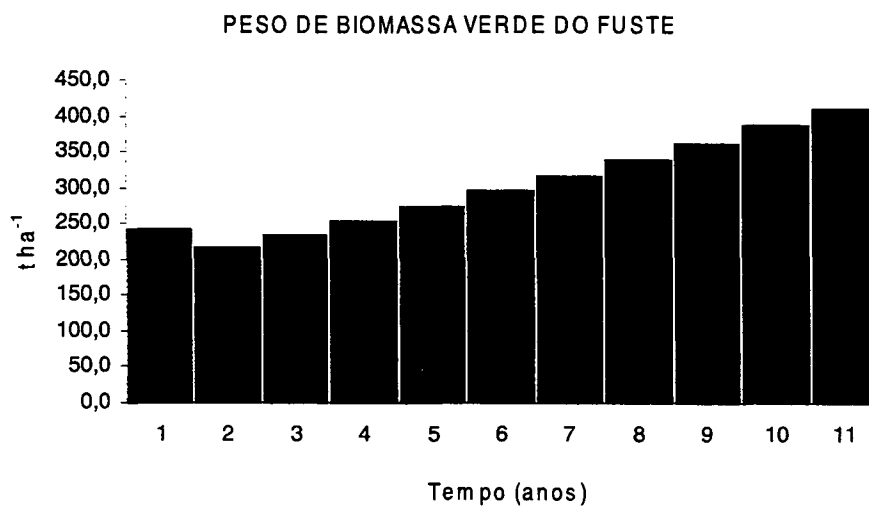
1/1
05/05/02



ANEXO 8.14 - Gráfico do peso de biomassa verde no fuste em $t\ ha^{-1}$, nas quatro parcelas do projeto PELD, no período de 1995 a 2001, ao final de 60 anos de projeção, Curitiba, PR

**SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA
PARA FLORESTAS NATURAIS**

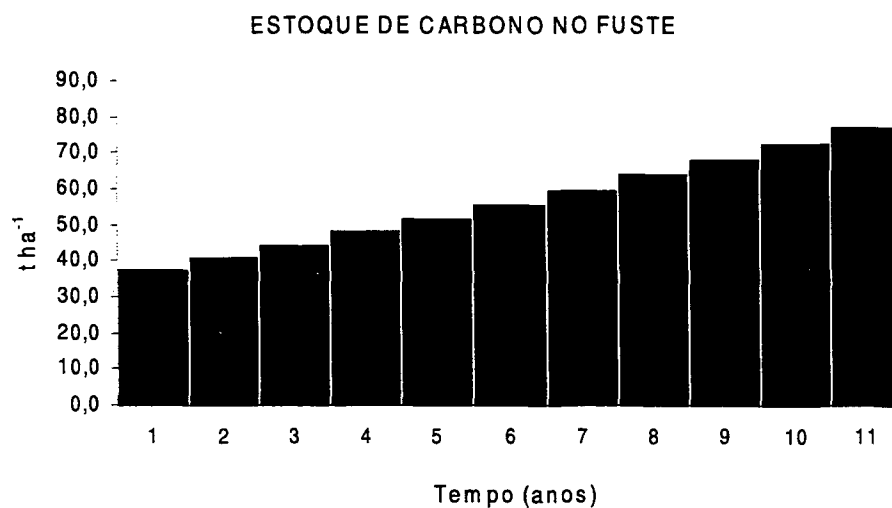
1/1
05/05/02



ANEXO 8.15 - Gráfico do estoque de carbono no fuste em $t\ ha^{-1}$, nas quatro parcelas do projeto PELD, no período de 1995 a 2001, ao final de 60 anos de projeção, Curitiba, PR

**SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA
PARA FLORESTAS NATURAIS**

1/1
05/05/02



ANEXO 9 - Resultados dos agrupamentos das espécies, para as quatro parcelas do projeto PELD, nas medições referentes ao período de 1995 a 2001, para variáveis normalizadas, Curitiba, PR, 2001

SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA
PARA FLORESTAS NATURAIS

1/3
01/07/02

RESULTADOS DA ANÁLISE DE AGRUPAMENTOS

065 Grupos após combinar G 028 (N = 001) e G 063 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,00
 064 Grupos após combinar G 006 (N = 001) e G 060 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,00
 063 Grupos após combinar G 032 (N = 001) e G 042 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,00
 062 Grupos após combinar G 038 (N = 001) e G 065 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,00
 061 Grupos após combinar G 002 (N = 001) e G 059 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,00
 060 Grupos após combinar G 050 (N = 001) e G 056 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,00
 059 Grupos após combinar G 024 (N = 001) e G 036 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,00
 058 Grupos após combinar G 019 (N = 001) e G 047 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,00
 057 Grupos após combinar G 030 (N = 001) e G 054 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,01
 056 Grupos após combinar G 029 (N = 001) e G 051 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,01
 055 Grupos após combinar G 017 (N = 001) e G 034 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,01
 054 Grupos após combinar G 009 (N = 001) e G 019 (N = 002). ERRO POTENCIAL = 0,01
 053 Grupos após combinar G 017 (N = 002) e G 023 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,01
 052 Grupos após combinar G 022 (N = 001) e G 031 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,01
 051 Grupos após combinar G 024 (N = 002) e G 029 (N = 002). ERRO POTENCIAL = 0,01
 050 Grupos após combinar G 057 (N = 001) e G 058 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,01
 049 Grupos após combinar G 018 (N = 001) e G 039 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,01
 048 Grupos após combinar G 004 (N = 001) e G 005 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,01
 047 Grupos após combinar G 027 (N = 001) e G 032 (N = 002). ERRO POTENCIAL = 0,02
 046 Grupos após combinar G 021 (N = 001) e G 044 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,02
 045 Grupos após combinar G 015 (N = 001) e G 045 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,02
 044 Grupos após combinar G 016 (N = 001) e G 052 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,02
 043 Grupos após combinar G 002 (N = 002) e G 043 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,02
 042 Grupos após combinar G 009 (N = 003) e G 035 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,02
 041 Grupos após combinar G 033 (N = 001) e G 049 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,02
 040 Grupos após combinar G 014 (N = 001) e G 053 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,03
 039 Grupos após combinar G 026 (N = 001) e G 041 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,03
 038 Grupos após combinar G 020 (N = 001) e G 024 (N = 004). ERRO POTENCIAL = 0,03
 037 Grupos após combinar G 040 (N = 001) e G 050 (N = 002). ERRO POTENCIAL = 0,04
 036 Grupos após combinar G 016 (N = 002) e G 048 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,04
 035 Grupos após combinar G 008 (N = 001) e G 021 (N = 002). ERRO POTENCIAL = 0,05
 034 Grupos após combinar G 015 (N = 002) e G 064 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,06
 033 Grupos após combinar G 006 (N = 002) e G 028 (N = 002). ERRO POTENCIAL = 0,06
 032 Grupos após combinar G 017 (N = 003) e G 018 (N = 002). ERRO POTENCIAL = 0,07
 031 Grupos após combinar G 061 (N = 001) e G 066 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,07
 030 Grupos após combinar G 013 (N = 001) e G 014 (N = 002). ERRO POTENCIAL = 0,08

ANEXO 9 - Resultados dos agrupamentos das espécies, para as quatro parcelas do projeto PELD, nas medições referentes ao período de 1995 a 2001, para variáveis normalizadas, Curitiba, PR, 2001 (continuação)

SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA
PARA FLORESTAS NATURAIS

2/3
01/07/02

RESULTADOS DA ANÁLISE DE AGRUPAMENTOS

029 Grupos após combinar G 027 (N = 003) e G 040 (N = 003). ERRO POTENCIAL = 0,08
 028 Grupos após combinar G 015 (N = 003) e G 038 (N = 002). ERRO POTENCIAL = 0,08
 027 Grupos após combinar G 020 (N = 005) e G 030 (N = 002). ERRO POTENCIAL = 0,09
 026 Grupos após combinar G 010 (N = 001) e G 033 (N = 002). ERRO POTENCIAL = 0,09
 025 Grupos após combinar G 003 (N = 001) e G 055 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,11
 024 Grupos após combinar G 001 (N = 001) e G 012 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,14
 023 Grupos após combinar G 061 (N = 002) e G 062 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,15
 022 Grupos após combinar G 022 (N = 002) e G 026 (N = 002). ERRO POTENCIAL = 0,16
 021 Grupos após combinar G 002 (N = 003) e G 057 (N = 002). ERRO POTENCIAL = 0,21
 020 Grupos após combinar G 016 (N = 003) e G 046 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,21
 019 Grupos após combinar G 011 (N = 001) e G 037 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,25
 018 Grupos após combinar G 009 (N = 004) e G 020 (N = 007). ERRO POTENCIAL = 0,29
 017 Grupos após combinar G 004 (N = 002) e G 017 (N = 005). ERRO POTENCIAL = 0,31
 016 Grupos após combinar G 025 (N = 001) e G 061 (N = 003). ERRO POTENCIAL = 0,50
 015 Grupos após combinar G 008 (N = 003) e G 009 (N = 011). ERRO POTENCIAL = 0,51
 014 Grupos após combinar G 002 (N = 005) e G 006 (N = 004). ERRO POTENCIAL = 0,52
 013 Grupos após combinar G 010 (N = 003) e G 022 (N = 004). ERRO POTENCIAL = 0,54
 012 Grupos após combinar G 007 (N = 001) e G 015 (N = 005). ERRO POTENCIAL = 0,68
 011 Grupos após combinar G 001 (N = 002) e G 003 (N = 002). ERRO POTENCIAL = 0,77
 010 Grupos após combinar G 013 (N = 003) e G 016 (N = 004). ERRO POTENCIAL = 0,81
 009 Grupos após combinar G 004 (N = 007) e G 027 (N = 006). ERRO POTENCIAL = 0,88
 008 Grupos após combinar G 002 (N = 009) e G 008 (N = 014). ERRO POTENCIAL = 2,39
 007 Grupos após combinar G 004 (N = 013) e G 007 (N = 006). ERRO POTENCIAL = 2,86
 006 Grupos após combinar G 004 (N = 019) e G 013 (N = 007). ERRO POTENCIAL = 4,21
 005 Grupos após combinar G 002 (N = 023) e G 010 (N = 007). ERRO POTENCIAL = 5,74
 G 001 (N = 004) ESP001 ESP006 ESP016 ESP065
 G 002 (N = 030) ESP003 ESP009 ESP012 ESP013 ESP014 ESP023 ESP024 ESP025 ESP027 ESP029
 ESP031 ESP033 ESP034 ESP035 ESP036 ESP038 ESP040 ESP041 ESP047 ESP049
 ESP050 ESP056 ESP058 ESP060 ESP064 ESP067 ESP068 ESP069 ESP071 ESP074
 G 004 (N = 026) ESP007 ESP008 ESP011 ESP017 ESP018 ESP019 ESP020 ESP021 ESP022 ESP028
 ESP032 ESP037 ESP039 ESP043 ESP044 ESP045 ESP048 ESP051 ESP054 ESP057
 ESP059 ESP061 ESP063 ESP066 ESP075 ESP076 ESP068 ESP069 ESP071 ESP074
 G 011 (N = 002) ESP015 ESP042
 G 025 (N = 004) ESP030 ESP072 ESP073 ESP095
 004 Grupos após combinar G 001 (N = 004) e G 011 (N = 002). ERRO POTENCIAL = 7,02
 G 001 (N = 006) ESP001 ESP006 ESP015 ESP016 ESP042 ESP065
 G 002 (N = 030) ESP003 ESP009 ESP012 ESP013 ESP014 ESP023 ESP024 ESP025 ESP027 ESP029

ANEXO 9 - Resultados dos agrupamentos das espécies, para as quatro parcelas do projeto PELD, nas medições referentes ao período de 1995 a 2001, para variáveis normalizadas, Curitiba, PR, 2001 (continuação)

**SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA
PARA FLORESTAS NATURAIS**

33
01/07/02

RESULTADOS DA ANÁLISE DE AGRUPAMENTOS

ESP031 ESP033 ESP034 ESP035 ESP036 ESP038 ESP040 ESP041 ESP047 ESP049
 ESP050 ESP056 ESP058 ESP060 ESP064 ESP067 ESP068 ESP069 ESP071 ESP074
 G 004 (N = 026) ESP007 ESP008 ESP011 ESP017 ESP018 ESP019 ESP020 ESP021 ESP022 ESP028
 ESP032 ESP037 ESP039 ESP043 ESP044 ESP045 ESP048 ESP051 ESP054 ESP057
 ESP059 ESP061 ESP063 ESP066 ESP075 ESP076 ESP068 ESP069 ESP071 ESP074
 G 025 (N = 004) ESP030 ESP072 ESP073 ESP095
 003 Grupos após combinar G 002 (N = 030) e G 004 (N = 026). ERRO POTENCIAL = 17,44
 G 001 (N = 006) ESP001 ESP006 ESP015 ESP016 ESP042 ESP065
 G 002 (N = 056) ESP003 ESP007 ESP008 ESP009 ESP011 ESP012 ESP013 ESP014 ESP017 ESP018
 ESP019 ESP020 ESP021 ESP022 ESP023 ESP024 ESP025 ESP027 ESP028 ESP029
 ESP031 ESP032 ESP033 ESP034 ESP035 ESP036 ESP037 ESP038 ESP039 ESP040
 ESP041 ESP043 ESP044 ESP045 ESP047 ESP048 ESP049 ESP050 ESP051 ESP054
 ESP056 ESP057 ESP058 ESP059 ESP060 ESP061 ESP063 ESP064 ESP066 ESP067
 ESP068 ESP069 ESP071 ESP074 ESP075 ESP076
 G 025 (N = 004) ESP030 ESP072 ESP073 ESP095
 002 Grupos após combinar G 002 (N = 056) e G 025 (N = 004). ERRO POTENCIAL = 39,57
 G 001 (N = 006) ESP001 ESP006 ESP015 ESP016 ESP042 ESP065
 G 002 (N = 060) ESP003 ESP007 ESP008 ESP009 ESP011 ESP012 ESP013 ESP014 ESP017 ESP018
 ESP019 ESP020 ESP021 ESP022 ESP023 ESP024 ESP025 ESP027 ESP028 ESP029
 ESP030 ESP031 ESP032 ESP033 ESP034 ESP035 ESP036 ESP037 ESP038 ESP039
 ESP040 ESP041 ESP043 ESP044 ESP045 ESP047 ESP048 ESP049 ESP050 ESP051
 ESP054 ESP056 ESP057 ESP058 ESP059 ESP060 ESP061 ESP063 ESP064 ESP066
 ESP067 ESP068 ESP069 ESP071 ESP072 ESP073 ESP074 ESP075 ESP076 ESP095

ANEXO 10 Resultados dos agrupamentos das espécies, para as quatro parcelas do projeto PELD, nas medições referentes ao período de 1995 a 2001, para variáveis originais, Curitiba, PR, 2001

SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA
PARA FLORESTAS NATURAIS

1/3
01/07/02

RESULTADOS DA ANÁLISE DE AGRUPAMENTOS

065 Grupos após combinar G 013 (N = 001) e G 049 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,00
 064 Grupos após combinar G 027 (N = 001) e G 030 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,00
 063 Grupos após combinar G 027 (N = 002) e G 058 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,00
 062 Grupos após combinar G 062 (N = 001) e G 066 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,00
 061 Grupos após combinar G 017 (N = 001) e G 044 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,00
 060 Grupos após combinar G 007 (N = 001) e G 059 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,00
 059 Grupos após combinar G 020 (N = 001) e G 051 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,00
 058 Grupos após combinar G 024 (N = 001) e G 064 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,00
 057 Grupos após combinar G 019 (N = 001) e G 034 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,00
 056 Grupos após combinar G 036 (N = 001) e G 043 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,01
 055 Grupos após combinar G 038 (N = 001) e G 060 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,01
 054 Grupos após combinar G 015 (N = 001) e G 047 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,01
 053 Grupos após combinar G 005 (N = 001) e G 024 (N = 002). ERRO POTENCIAL = 0,01
 052 Grupos após combinar G 032 (N = 001) e G 042 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,02
 051 Grupos após combinar G 054 (N = 001) e G 057 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,02
 050 Grupos após combinar G 017 (N = 002) e G 023 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,03
 049 Grupos após combinar G 007 (N = 002) e G 015 (N = 002). ERRO POTENCIAL = 0,05
 048 Grupos após combinar G 025 (N = 001) e G 029 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,05
 047 Grupos após combinar G 041 (N = 001) e G 048 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,06
 046 Grupos após combinar G 021 (N = 001) e G 039 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,07
 045 Grupos após combinar G 036 (N = 002) e G 056 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,10
 044 Grupos após combinar G 013 (N = 002) e G 046 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,10
 043 Grupos após combinar G 006 (N = 001) e G 038 (N = 002). ERRO POTENCIAL = 0,15
 042 Grupos após combinar G 017 (N = 003) e G 065 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,16
 041 Grupos após combinar G 026 (N = 001) e G 052 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,16
 040 Grupos após combinar G 020 (N = 002) e G 061 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,24
 039 Grupos após combinar G 008 (N = 001) e G 016 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,25
 038 Grupos após combinar G 028 (N = 001) e G 063 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,25
 037 Grupos após combinar G 002 (N = 001) e G 025 (N = 002). ERRO POTENCIAL = 0,33
 036 Grupos após combinar G 018 (N = 001) e G 021 (N = 002). ERRO POTENCIAL = 0,39
 035 Grupos após combinar G 014 (N = 001) e G 031 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,43
 034 Grupos após combinar G 027 (N = 003) e G 040 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,44
 033 Grupos após combinar G 013 (N = 003) e G 033 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,44
 032 Grupos após combinar G 007 (N = 004) e G 035 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,53
 031 Grupos após combinar G 032 (N = 002) e G 050 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 0,57
 030 Grupos após combinar G 005 (N = 003) e G 036 (N = 003). ERRO POTENCIAL = 0,57

ANEXO 10 Resultados dos agrupamentos das espécies, para as quatro parcelas do projeto PELD, nas medições referentes ao período de 1995 a 2001, para variáveis originais, Curitiba, PR, 2001 (continuação)

**SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA
PARA FLORESTAS NATURAIS**

23
01/07/02

RESULTADOS DA ANÁLISE DE AGRUPAMENTOS

029 Grupos após combinar G 004 (N = 001) e G 054 (N = 002). ERRO POTENCIAL = 0,68
 028 Grupos após combinar G 006 (N = 003) e G 017 (N = 004). ERRO POTENCIAL = 0,77
 027 Grupos após combinar G 009 (N = 001) e G 019 (N = 002). ERRO POTENCIAL = 0,85
 026 Grupos após combinar G 003 (N = 001) e G 055 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 1,16
 025 Grupos após combinar G 014 (N = 002) e G 022 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 1,72
 024 Grupos após combinar G 027 (N = 004) e G 062 (N = 002). ERRO POTENCIAL = 2,56
 023 Grupos após combinar G 007 (N = 005) e G 009 (N = 003). ERRO POTENCIAL = 2,73
 022 Grupos após combinar G 006 (N = 007) e G 045 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 3,09
 021 Grupos após combinar G 026 (N = 002) e G 041 (N = 002). ERRO POTENCIAL = 3,35
 020 Grupos após combinar G 011 (N = 001) e G 037 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 4,10
 019 Grupos após combinar G 002 (N = 003) e G 020 (N = 003). ERRO POTENCIAL = 4,33
 018 Grupos após combinar G 018 (N = 003) e G 028 (N = 002). ERRO POTENCIAL = 8,78
 017 Grupos após combinar G 004 (N = 003) e G 027 (N = 006). ERRO POTENCIAL = 9,24
 016 Grupos após combinar G 013 (N = 004) e G 014 (N = 003). ERRO POTENCIAL = 11,58
 015 Grupos após combinar G 026 (N = 004) e G 053 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 12,92
 014 Grupos após combinar G 005 (N = 006) e G 032 (N = 003). ERRO POTENCIAL = 13,30
 013 Grupos após combinar G 001 (N = 001) e G 012 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 34,80
 012 Grupos após combinar G 008 (N = 002) e G 018 (N = 005). ERRO POTENCIAL = 35,68
 011 Grupos após combinar G 002 (N = 006) e G 007 (N = 008). ERRO POTENCIAL = 46,18
 010 Grupos após combinar G 001 (N = 002) e G 010 (N = 001). ERRO POTENCIAL = 117,47
 009 Grupos após combinar G 002 (N = 014) e G 006 (N = 008). ERRO POTENCIAL = 149,35
 008 Grupos após combinar G 004 (N = 009) e G 005 (N = 009). ERRO POTENCIAL = 162,29
 007 Grupos após combinar G 008 (N = 007) e G 026 (N = 005). ERRO POTENCIAL = 215,66
 006 Grupos após combinar G 001 (N = 003) e G 003 (N = 002). ERRO POTENCIAL = 900,30
 005 Grupos após combinar G 002 (N = 022) e G 004 (N = 018). ERRO POTENCIAL = 1137,55
 G 001 (N = 005) ESP001 ESP006 ESP014 ESP016 ESP065
 G 002 (N = 040) ESP003 ESP007 ESP008 ESP009 ESP011 ESP013 ESP019 ESP021 ESP023 ESP024
 ESP028 ESP029 ESP030 ESP032 ESP034 ESP035 ESP037 ESP039 ESP040 ESP041
 ESP043 ESP045 ESP048 ESP049 ESP050 ESP051 ESP056 ESP059 ESP060 ESP064
 ESP066 ESP067 ESP068 ESP069 ESP071 ESP072 ESP073 ESP075 ESP076 ESP095
 G 008 (N = 012) ESP012 ESP020 ESP022 ESP025 ESP031 ESP033 ESP044 ESP047 ESP057 ESP061
 ESP063 ESP074 ESP030 ESP032 ESP034 ESP035 ESP037 ESP039 ESP040 ESP041
 G 011 (N = 002) ESP015 ESP042
 G 013 (N = 007) ESP017 ESP018 ESP027 ESP036 ESP038 ESP054 ESP058
 004 Grupos após combinar G 008 (N = 012) e G 013 (N = 007). ERRO POTENCIAL = 1382,69
 G 001 (N = 005) ESP001 ESP006 ESP014 ESP016 ESP065
 G 002 (N = 040) ESP003 ESP007 ESP008 ESP009 ESP011 ESP013 ESP019 ESP021 ESP023 ESP024

ANEXO 10 Resultados dos agrupamentos das espécies, para as quatro parcelas do projeto PELD, nas medições referentes ao período de 1995 a 2001, para variáveis originais, Curitiba, PR, 2001 (continuação)

**SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA
PARA FLORESTAS NATURAIS**

33
01/07/02

RESULTADOS DA ANÁLISE DE AGRUPAMENTOS

ESP028 ESP029 ESP030 ESP032 ESP034 ESP035 ESP037 ESP039 ESP040 ESP041
 ESP043 ESP045 ESP048 ESP049 ESP050 ESP051 ESP056 ESP059 ESP060 ESP064
 ESP066 ESP067 ESP068 ESP069 ESP071 ESP072 ESP073 ESP075 ESP076 ESP095
 G 008 (N = 019) ESP012 ESP017 ESP018 ESP020 ESP022 ESP025 ESP027 ESP031 ESP033 ESP036
 ESP038 ESP044 ESP047 ESP054 ESP057 ESP058 ESP061 ESP063 ESP074 ESP041
 G 011 (N = 002) ESP015 ESP042
 003 Grupos após combinar G 001 (N = 005) e G 008 (N = 019). ERRO POTENCIAL = 7419,15
 G 001 (N = 024) ESP001 ESP006 ESP012 ESP014 ESP016 ESP017 ESP018 ESP020 ESP022 ESP025
 ESP027 ESP031 ESP033 ESP036 ESP038 ESP044 ESP047 ESP054 ESP057 ESP058
 ESP061 ESP063 ESP065 ESP074 ESP050 ESP051 ESP056 ESP059 ESP060 ESP064
 G 002 (N = 040) ESP003 ESP007 ESP008 ESP009 ESP011 ESP013 ESP019 ESP021 ESP023 ESP024
 ESP028 ESP029 ESP030 ESP032 ESP034 ESP035 ESP037 ESP039 ESP040 ESP041
 ESP043 ESP045 ESP048 ESP049 ESP050 ESP051 ESP056 ESP059 ESP060 ESP064
 ESP066 ESP067 ESP068 ESP069 ESP071 ESP072 ESP073 ESP075 ESP076 ESP095
 G 011 (N = 002) ESP015 ESP042
 002 Grupos após combinar G 001 (N = 024) e G 002 (N = 040). ERRO POTENCIAL = 18053,95
 G 001 (N = 064) ESP001 ESP003 ESP006 ESP007 ESP008 ESP009 ESP011 ESP012 ESP013 ESP014
 ESP016 ESP017 ESP018 ESP019 ESP020 ESP021 ESP022 ESP023 ESP024 ESP025
 ESP027 ESP028 ESP029 ESP030 ESP031 ESP032 ESP033 ESP034 ESP035 ESP036
 ESP037 ESP038 ESP039 ESP040 ESP041 ESP043 ESP044 ESP045 ESP047 ESP048
 ESP049 ESP050 ESP051 ESP054 ESP056 ESP057 ESP058 ESP059 ESP060 ESP061
 ESP063 ESP064 ESP065 ESP066 ESP067 ESP068 ESP069 ESP071 ESP072 ESP073
 ESP074 ESP075 ESP076 ESP095
 G 011 (N = 002) ESP015 ESP042

ANEXO 11.1 - Resultados da matriz de projeção, para as quatro parcelas do projeto PELD, nas medições referentes ao período de 1995 a 2001, para classes de diâmetros fixas, Curitiba, PR, 2001

SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA
PARA FLORESTAS NATURAIS

1/1
01/07/02

MATRIZ DE PROGRESSÃO POR CLASSE DE DIÂMETRO FIXA

Classes de Diâmetro (cm)	CLASSES DE DIÂMETRO (cm)													MORT.	TOTAL			
	10,00 19,99	20,00 29,99	30,00 39,99	40,00 49,99	50,00 59,99	60,00 69,99	70,00 79,99	80,00 89,99	90,00 99,99	100,00 109,99	110,00 119,99	120,00 129,99	>= 130,00					
INGRESSO	424	7	2	1	2												436	
10,00-19,99	1345	89	1														120	1555
20,00-29,99		305	48														33	386
30,00-39,99			155	23													17	195
40,00-49,99				114	21												2	137
50,00-59,99					57	5											3	65
60,00-69,99						22	10											32
70,00-79,99							10	2										12
80,00-89,99								3										3
90,00-99,99																		
100,00-109,99										2	1							3
110,00-119,99																		
120,00-129,99																		
> 130,00																3		3
TOTAL	1769	401	206	138	80	27	20	5		2	1				3	175	2827	

MORT. = Mortalidade

ANEXO 11.2 - Resultados da matriz de projeção, para as quatro parcelas do projeto PELD, nas medições referentes ao período de 1995 a 2001, para classes de diâmetros variáveis, Curitiba, PR, 2001

SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA
PARA FLORESTAS NATURAIS

1/1
01/07/02

MATRIZ DE PROGRESSÃO POR CLASSE DE DIÂMETRO VARIÁVEL

Classes de Diâmetro (cm)	CLASSES DE DIÂMETRO (cm)													MORT.	TOTAL		
	10,00 11,70	11,71 13,70	13,71 16,03	16,04 18,77	18,78 21,96	21,97 25,71	25,72 30,09	30,10 35,22	35,23 41,22	41,23 48,25	48,26 56,47	56,48 66,09	>= 66,10				
INGRESSO	288	96	24	11	7	1	4	1	1		3					436	
10,00-11,70	357	197	42	8	1											48	653
11,71-13,70		168	129	23												25	345
13,71-16,03			117	94	13	1										19	244
16,04-18,77				131	81	7										21	240
18,78-21,96					94	48	7	1								18	168
21,97-25,71						87	46	2								9	144
25,72-30,09							90	45								13	148
30,10-35,22								75	22							12	109
35,23-41,22									71	34						7	112
41,23-48,25										63	24						87
48,26-56,47											57	8				2	67
56,48-66,09												36	7		1	44	
>= 66,10														30		30	
TOTAL	645	461	312	267	196	144	147	124	94	97	84	44	37	175		2827	

MORT. = Mortalidade

ANEXO 12.1 - Resultados da matriz de probabilidades, para as quatro parcelas do projeto PELD, nas medições referentes ao período de 1995 a 2001, para classes de diâmetros fixas, Curitiba, PR, 2001

SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA
PARA FLORESTAS NATURAIS

1/1
01/07/02

MATRIZ DE PROBABILIDADES POR CLASSE DE DIÂMETRO FIXA

Classes de Diâmetro (cm)	CLASSES DE DIÂMETRO (cm)													MORT.	TOTAL	
	10,00 19,99	20,00 29,99	30,00 39,99	40,00 49,99	50,00 59,99	60,00 69,99	70,00 79,99	80,00 89,99	90,00 99,99	100,00 109,99	110,00 119,99	120,00 129,99	>= 130,00			
INGRESSO	0,972	0,016	0,005	0,002	0,005											1,000
10,00-19,99	0,865	0,057	0,001												0,077	1,000
20,00-29,99		0,790	0,124												0,085	1,000
30,00-39,99			0,795	0,118											0,087	1,000
40,00-49,99				0,832	0,153										0,015	1,000
50,00-59,99					0,877	0,077									0,046	1,000
60,00-69,99						0,688	0,313									1,000
70,00-79,99							0,833	0,167								1,000
80,00-89,99								1,000								1,000
90,00-99,99																
100,00-109,99										0,667	0,333					1,000
110,00-119,99																
120,00-129,99																
> 130,00														1,000		1,000

MORT. = Mortalidade

ANEXO 12.2 - Resultados da matriz de probabilidades, para as quatro parcelas do projeto PELD, nas medições referentes ao período de 1995 a 2001, para classes de diâmetros variáveis, Curitiba, PR, 2001

SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA
PARA FLORESTAS NATURAIS

1/1
01/07/02

MATRIZ DE PROBABILIDADES POR CLASSE DE DIÂMETRO VARIÁVEL

Classes de Diâmetro (cm)	CLASSES DE DIÂMETRO (cm)														MORT.	TOTAL
	10,00	11,71	13,71	16,04	18,78	21,97	25,72	30,10	35,23	41,23	48,26	56,48	>=			
	11,70	13,70	16,03	18,77	21,96	25,71	30,09	35,22	41,22	48,25	56,47	66,09	66,10			
INGRESSO	0,661	0,220	0,065	0,025	0,016	0,002	0,009	0,002	0,002		0,007					
10,00-11,70	0,547	0,302	0,064	0,012	0,002									0,074	1,000	
11,71-13,70		0,487	0,374	0,067										0,072	1,000	
13,71-16,03			0,480	0,385	0,053	0,004								0,078	1,000	
16,04-18,77				0,546	0,338	0,029								0,088	1,000	
18,78-21,96					0,560	0,286	0,042	0,006						0,107	1,000	
21,97-25,71						0,604	0,319	0,014						0,063	1,000	
25,72-30,09							0,608	0,304						0,088	1,000	
30,10-35,22								0,688	0,202					0,110	1,000	
35,23-41,22									0,634	0,304				0,063	1,000	
41,23-48,25										0,724	0,276				1,000	
48,26-56,47											0,851	0,119		0,030	1,000	
56,48-66,09												0,818	0,159	0,023	1,000	
>= 66,10													1,000		1,000	

MORT. = Mortalidade

ANEXO 13 - Resultados das projeções, para as quatro parcelas do projeto PELD, nas medições referentes ao período de 1995 a 2001, para classes de diâmetros fixas, Curitiba, PR, 2001

SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA
PARA FLORESTAS NATURAIS

1/2
03/10/02

PROJEÇÕES POR PERÍODOS E CLASSE DE DIÂMETRO FIXA

TEMPO EM ANOS	CLASSES DE DIÂMETRO (cm)													TOTAL	
	10,00 19,99	20,00 29,99	30,00 39,99	40,00 49,99	50,00 59,99	60,00 69,99	70,00 79,99	80,00 89,99	90,00 99,99	100,00 109,99	110,00 119,99	120,00 129,99	> = 130,00		
000	Nº Árvores	1769	401	206	138	80	27	20	5		2	1		3	2652
	Vol. Fuste m³	106,7	85,4	121,1	174,2	180,1	104,3	99,4	35,3		17,7	4,6		19,5	948,3
	Biom. Fuste ton	127,2	88,3	107,2	138,7	134,0	73,1	68,9	23,7		12,0	3,9		15,8	792,9
	Estoque C ton	25,3	17,1	20,2	25,8	24,7	13,3	12,7	4,4		2,2	0,8		3,2	149,7
006	Nº Árvores	1954	425	217	140	93	25	25	8		1	1		3	2893
	Vol. Fuste m³	117,8	90,5	127,4	178,9	210,1	95,4	124,8	58,8		11,8	3,1		19,5	1036,2
	Biom. Fuste ton	140,5	93,6	112,8	140,9	156,3	66,9	86,5	39,6		8,0	2,6		15,8	863,5
	Estoque C ton	28,0	18,2	21,3	26,2	28,8	12,2	15,9	7,3		1,5	0,5		3,2	162,9
012	Nº Árvores	2114	455	228	143	105	24	29	13		1			3	3115
	Vol. Fuste m³	127,5	96,9	134,2	180,8	237,1	93,3	142,4	88,4		7,9	2,1		19,5	1129,9
	Biom. Fuste ton	152,0	100,2	118,9	143,9	176,4	65,4	98,7	59,4		5,4	1,7		15,8	937,8
	Estoque C ton	30,2	19,4	22,4	26,7	32,5	11,9	18,2	10,9		1,0	0,3		3,2	178,9
018	Nº Árvores	2253	487	241	147	116	25	31	17		1			3	3322
	Vol. Fuste m³	135,9	103,8	141,9	185,7	281,8	95,4	156,2	122,1		5,2	1,4		19,5	1228,9
	Biom. Fuste ton	161,9	107,3	125,7	147,8	194,8	66,9	108,3	82,1		3,6	1,1		15,8	1015,4
	Estoque C ton	32,2	20,8	23,7	27,5	35,9	12,2	19,9	15,1		0,7	0,2		3,2	191,4
024	Nº Árvores	2372	521	256	152	127	26	34	23					3	3514
	Vol. Fuste m³	143,1	111,0	150,4	191,7	284,8	100,2	168,6	159,1		3,5	0,9		19,5	1332,8
	Biom. Fuste ton	170,5	114,8	133,2	152,7	211,9	70,2	116,9	107,0		2,4	0,8		15,8	1096,1
	Estoque C ton	33,9	22,2	25,1	28,3	39,1	12,8	21,5	19,6		0,4	0,2		3,2	208,5
030	Nº Árvores	2476	554	272	158	136	28	36	28					3	3692
	Vol. Fuste m³	149,3	118,1	159,7	198,9	306,7	106,4	180,8	199,0		2,3	0,6		19,5	1441,4
	Biom. Fuste ton	178,0	122,1	141,5	158,4	228,2	74,6	125,3	133,8		1,8	0,5		15,8	1179,8
	Estoque C ton	35,4	23,7	26,7	29,4	42,1	13,6	23,1	24,5		0,3	0,1		3,2	222,1
036	Nº Árvores	2566	587	289	164	148	29	39	34					3	3857
	Vol. Fuste m³	154,7	125,0	169,6	207,3	327,8	113,6	193,5	241,8		1,6	0,4		19,5	1554,7
	Biom. Fuste ton	184,4	129,3	150,2	165,0	243,9	79,8	134,1	162,6		1,1	0,3		15,8	1266,4
	Estoque C ton	36,7	25,1	28,3	30,6	45,0	14,5	24,7	29,8		0,2	0,1		3,2	238,2
042	Nº Árvores	2843	618	306	172	155	31	42	41					3	4010
	Vol. Fuste m³	159,4	131,5	179,8	216,7	348,6	121,4	207,0	287,6		1,0	0,3		19,5	1672,8
	Biom. Fuste ton	190,0	136,0	159,3	172,5	259,4	85,1	143,5	193,4		0,7	0,2		15,8	1355,9
	Estoque C ton	37,8	26,4	30,0	32,0	47,8	15,5	26,4	35,5		0,1	0,0		3,2	254,8
048	Nº Árvores	2710	646	324	180	164	34	45	48					3	4153
	Vol. Fuste m³	163,5	137,6	190,2	227,2	369,4	129,4	221,3	336,6		0,7	0,2		19,5	1795,6
	Biom. Fuste ton	194,8	142,3	168,5	180,9	274,9	90,7	153,4	226,4		0,5	0,2		15,8	1448,3
	Estoque C ton	38,8	27,6	31,8	33,6	50,7	18,6	28,2	41,5		0,1	0,0		3,2	272,0

ANEXO 13 - Resultados das projeções, para as quatro parcelas do projeto PELD, nas medições referentes ao período de 1995 a 2001, para classes de diâmetros fixas, Curitiba, PR, 2001 (continuação)

SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA
PARA FLORESTAS NATURAIS

272
03/10/02

PROJEÇÕES POR PERÍODOS E CLASSE DE DIÂMETRO FIXA

TEMPO EM ANOS	CLASSES DE DIÂMETRO (cm)													TOTAL
	10,00 19,99	20,00 29,99	30,00 39,99	40,00 49,99	50,00 59,99	60,00 69,99	70,00 79,99	80,00 89,99	90,00 99,99	100,00 109,99	110,00 119,99	120,00 129,99	> = 130,00	
054														
Nº Árvores	2768	673	341	189	173	36	48	55					3	4286
Vol.Fuste m ³	168,9	143,3	200,6	238,5	390,6	137,7	236,5	389,0		0,5	0,1		19,5	1923,2
Biom. Fuste ton	199,0	148,2	177,7	189,9	290,6	96,5	163,9	261,6		0,3	0,1		15,8	1543,7
Estoque C ton	39,6	28,7	33,5	35,3	53,6	17,6	30,2	48,0		0,1	0,0		3,2	289,7
060														
Nº Árvores	2818	697	359	198	183	38	51	63					3	4410
Vol.Fuste m ³	170,0	148,5	210,9	250,6	412,2	148,2	252,5	444,9		0,3	0,1		19,5	2055,6
Biom. Fuste ton	202,6	153,5	186,8	199,5	306,7	102,5	175,0	299,2		0,2	0,1		15,8	1641,9
Estoque C ton	40,3	29,8	35,2	37,0	56,6	18,7	32,2	54,9		0,0	0,0		3,2	307,9

Nº Árvores = Número de Árvores por Parcela

Vol. Fuste m³ = Volume do Fuste em m³ por Parcela

Biom. Fuste ton = Peso de Biomassa Verde do Fuste em ton por Parcela(s)

Estoque C ton = Estoque de Carbono no Fuste em ton por Parcela(s)

ANEXO 14 - Resultados das projeções, para as quatro parcelas do projeto PELD, nas medições referentes ao período de 1995 a 2001, para classes de diâmetros variáveis, Curitiba, PR, 2001

SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA
PARA FLORESTAS NATURAIS

1/2
03/10/02

PROJEÇÕES POR PERÍODOS E CLASSE DE DIÂMETRO VARIÁVEL

TEMPO EM ANOS	CLASSES DE DIÂMETRO (cm)													TOTAL	
	10,00 11,70	11,71 13,70	13,71 16,03	16,04 18,77	18,78 21,96	21,97 25,71	25,72 30,09	30,10 35,22	35,23 41,22	41,23 48,25	48,26 56,47	56,48 66,09	> = 66,10		
Nº Árvores	645	461	312	267	196	144	147	124	94	97	84	44	37	2652	
Vol. Fuste m³	19,4	19,2	18,4	22,5	24,2	27,6	42,2	60,6	69,8	123,1	165,5	131,9	158,1	882,7	
Biom. Fuste ton	24,2	21,9	21,1	27,0	30,3	34,3	49,8	63,0	42,4	87,2	70,2	49,9	57,0	578,3	
Estoque C ton	4,8	4,3	4,0	5,1	5,6	6,3	9,2	11,6	8,5	18,4	165,5	10,0	11,4	111,4	
6	Nº Árvores	641	515	387	316	224	153	148	134	86	99	101	46	44	2894
Vol. Fuste m³	19,3	21,5	22,8	26,6	27,7	29,4	42,4	65,6	63,6	125,4	189,5	138,0	188,0	989,7	
Biom. Fuste ton	24,0	24,5	26,2	31,9	34,7	36,4	50,0	68,1	38,6	88,8	84,6	52,2	67,8	627,9	
Estoque C ton	4,8	4,8	5,0	6,0	6,4	6,7	9,2	12,6	7,8	16,7	189,5	10,5	13,6	121,1	
12	Nº Árvores	638	540	444	375	261	188	152	142	82	98	116	50	51	3117
Vol. Fuste m³	19,2	22,5	26,2	31,6	32,2	32,3	43,6	69,2	61,2	123,8	229,3	149,1	219,3	1059,6	
Biom. Fuste ton	24,0	25,6	30,0	37,9	40,3	40,1	51,5	71,9	37,2	87,7	97,3	56,5	79,0	678,9	
Estoque C ton	4,8	5,0	5,7	7,1	7,5	7,3	9,5	13,3	7,5	16,5	229,3	11,3	15,9	130,9	
18	Nº Árvores	637	552	480	430	304	190	161	149	82	96	129	55	59	3322
Vol. Fuste m³	19,2	23,0	28,3	36,3	37,5	36,4	46,3	72,6	60,7	121,4	254,0	163,7	253,1	1152,5	
Biom. Fuste ton	23,9	26,2	32,4	43,5	46,9	45,2	54,5	75,5	36,9	85,9	107,8	62,0	91,2	732,0	
Estoque C ton	4,8	5,2	6,2	8,2	8,7	8,3	10,1	13,9	7,4	16,2	254,0	12,4	18,3	141,2	
24	Nº Árvores	636	557	501	475	349	217	175	157	83	94	139	60	68	3511
Vol. Fuste m³	19,1	23,2	29,5	40,1	43,1	41,6	50,3	76,6	61,5	119,4	274,0	180,0	290,3	1248,8	
Biom. Fuste ton	23,9	28,4	33,9	46,1	53,9	51,7	59,4	79,6	37,4	84,6	118,2	68,2	104,6	787,7	
Estoque C ton	4,8	5,2	6,5	9,0	10,0	9,5	11,0	14,7	7,5	15,9	274,0	13,7	21,0	152,0	
30	Nº Árvores	638	559	513	508	390	248	194	167	85	93	147	68	77	3685
Vol. Fuste m³	19,1	23,3	30,3	42,9	48,2	47,5	55,9	81,7	63,2	118,4	290,1	197,1	331,1	1348,8	
Biom. Fuste ton	23,9	26,5	34,7	51,5	60,3	59,0	65,9	84,9	38,4	83,8	123,1	74,6	119,3	845,9	
Estoque C ton	4,8	5,2	6,6	9,7	11,2	10,8	12,2	15,8	7,7	15,8	290,1	15,0	23,9	163,2	
36	Nº Árvores	636	560	520	531	425	279	218	181	89	93	154	71	88	3845
Vol. Fuste m³	19,1	23,4	30,7	44,8	52,5	53,5	62,5	88,4	65,9	118,6	303,4	213,9	375,8	1452,5	
Biom. Fuste ton	23,9	26,6	35,2	53,8	65,7	66,4	73,7	91,9	40,0	83,9	128,7	81,0	135,4	906,2	
Estoque C ton	4,8	5,2	6,7	10,1	12,2	12,2	13,6	16,9	8,0	15,8	303,4	16,3	27,2	174,9	
42	Nº Árvores	635	560	524	547	453	309	243	198	94	95	160	77	99	3993
Vol. Fuste m³	19,1	23,4	30,9	46,1	58,0	59,2	69,9	96,8	69,6	120,0	314,8	230,1	424,3	1580,2	
Biom. Fuste ton	23,9	26,6	35,4	55,3	70,0	73,5	82,4	100,6	42,3	85,0	133,6	87,1	152,9	988,5	
Estoque C ton	4,8	5,2	6,8	10,4	13,0	13,5	15,2	18,5	8,5	16,0	314,8	17,5	30,7	188,9	
48	Nº Árvores	635	561	526	556	474	335	269	218	100	97	165	82	112	4130
Vol. Fuste m³	19,1	23,4	31,0	46,9	58,5	64,3	77,4	106,7	74,6	123,1	325,2	245,5	476,5	1672,0	
Biom. Fuste ton	23,8	26,6	35,5	56,3	73,2	79,7	91,2	110,8	45,3	87,1	138,0	93,0	171,7	1032,3	
Estoque C ton	4,8	5,2	6,8	10,6	13,6	14,6	16,9	20,4	8,1	16,4	325,2	18,6	34,5	199,2	

ANEXO 14 - Resultados das projeções, para as quatro parcelas do projeto PELD, nas medições referentes ao período de 1995 a 2001, para classes de diâmetros variáveis, Curitiba, PR, 2001 (continuação)

SISTEMA COMPUTACIONAL DE DINÂMICA
PARA FLORESTAS NATURAIS

2/2
03/10/02

PROJEÇÕES POR PERÍODOS E CLASSE DE DIÂMETRO VARIÁVEL

TEMPO EM ANOS	CLASSES DE DIÂMETRO (cm)													TOTAL
	10,00	11,71	13,71	16,04	18,78	21,97	25,72	30,10	35,23	41,23	48,26	56,48	> =	
	11,70	13,70	16,03	18,77	21,96	25,71	30,09	35,22	41,22	48,25	56,47	66,09	66,10	
Nº Árvores	635	561	527	562	489	357	295	241	109	101	170	87	125	4257
54 Vol. Fuste m³	19,1	23,4	31,0	47,4	60,4	68,5	84,6	117,6	80,7	127,8	335,2	259,9	532,2	1787,9
Biom. Fuste ton	23,8	26,6	35,6	56,9	75,5	85,0	99,8	122,2	49,1	90,5	142,2	98,4	191,8	1097,4
Estoque C ton	4,8	5,2	6,8	10,7	14,0	15,6	18,5	22,5	9,8	17,0	335,2	19,7	38,5	211,7
Nº Árvores	635	561	527	566	499	375	318	264	118	106	175	91	138	4374
60 Vol. Fuste m³	19,1	23,4	31,1	47,7	61,7	71,9	81,2	129,0	88,0	134,4	345,8	273,5	591,1	1908,0
Biom. Fuste ton	23,8	26,8	35,6	57,3	77,1	89,3	107,5	134,1	53,5	95,2	146,7	103,6	213,0	1163,3
Estoque C ton	4,8	5,2	6,8	10,8	14,3	16,4	19,9	24,7	10,7	17,9	345,8	20,8	42,7	224,5

Nº Árvores = Número de Árvores por Parcela

Vol. Fuste m³ = Volume do Fuste em m³ por Parcela

Biom. Fuste ton = Peso de Biomassa Verde do Fuste em ton por Parcela(s)

Estoque C ton = Estoque de Carbono no Fuste em ton por Parcela(s)