

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

UNICAMP

Instituto de Biologia

Nivaldo Peroni

**ECOLOGIA E GENÉTICA DA MANDIOCA NA
AGRICULTURA ITINERANTE DO LITORAL SUL
PAULISTA: UMA ANÁLISE ESPACIAL E TEMPORAL.**

Tese apresentada ao Instituto de
Biologia para obtenção do título
de Doutor em Biologia Vegetal

Orientador: Prof. Dr. Paulo Yoshio Kageyama

2004

UNIDADE	BC
Nº CHAMADA	T/UNICAMP
	P424e
V	EX
TOMBO BC/	59725
PROC.	16 2-17104
C	<input type="checkbox"/>
P	<input checked="" type="checkbox"/>
PREÇO	11,00
DATA	14/09/2004
Nº CPD	

Bib Id 322047

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DO INSTITUTO DE BIOLOGIA – UNICAMP**

P424e

Peroni, Nivaldo

Ecologia e genética da mandioca na agricultura itinerante do litoral sul paulista: uma análise espacial e temporal / Nivaldo Peroni.--
Campinas, SP: [s.n.], 2004.

Orientador: Paulo Yoshio Kageyama

Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas .

Instituto de Biologia.

1. Ecologia humana. 2. Etnobotânica. 3. Mandioca. 4. Genética.
I. Kageyama, Paulo Yoshio. II. Universidade Estadual de Campinas.
Instituto de Biologia. III. Título.

Data da defesa: 25/06/2004

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Paulo Yoshio Kageyama (Orientador)

Profa. Dra. Alpina Begossi

Prof. Dr. George John Shepherd

Prof. Dr. Ulysses Paulino de Albuquerque

Prof. Dr. Fábio de Oliveira Freitas

Prof. Dr. Eduardo Sonnewend Brondízio

Dr. Pedro Luís Rodrigues de Moraes

Dedico esta tese aos meus filhos Pedro e André

Agradecimentos

Antes dos agradecimentos formais, devo agradecer especiais aos agricultores que me ajudaram. Além de fornecer amostras de suas variedades, e informações de cultivo, foram os grandes incentivadores da minha pesquisa. Em tempos de “propriedade” do conhecimento, o compartilhamento, a amizade, e o respeito mútuo prevaleceram. A todos eles, minha eterna gratidão.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) pela bolsa de doutoramento, que possibilitou o desenvolvimento da tese.

Este projeto faz parte do projeto temático “Floresta e Mar: usos e conflitos no Vale do Ribeira e Litoral Sul de São Paulo”, desenvolvido sob coordenação da Dra. Lúcia da Costa Ferreira e da Dra. Alpina Begossi, financiado pela FAPESP (97/14514-1), e em parte desenvolvido nas dependências do NEPAM (Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais/UNICAMP).

À Fundação de Pesquisa e Amparo à Pesquisa (FAPESP) que financiou parte do trabalho de campo em função da inserção deste projeto no projeto temático “Floresta e Mar” (97/14514-1) no NEPAM/UNICAMP; no projeto de pesquisa “Uso de recursos aquáticos e vegetais no Rio Negro” coordenado por Alpina Begossi (98/16160-5); e no projeto de pesquisa “Diversidade genética e manejo de espécies da mata atlântica” (01/14185-5), coordenado pelo Prof. Dr. Paulo Y. Kageyama na ESALQ/USP.

Ao Prof. Dr. Paulo Y. Kageyama (ESALQ/USP) pela orientação e pelo voto de confiança em mim.

À Dra. Alpina Begossi (NEPAM/UNICAMP) pela coorientação, pelas discussões, pelo apoio constante, amizade, mas principalmente pelas oportunidades para eu dar continuidade ao meu trabalho.

Ao Departamento de Botânica do Instituto de Biologia da UNICAMP, cujo apoio constante foi fundamental para a execução de todas as fases do curso e do projeto de pesquisa. Em especial agradeço a prof. Ana Maria Goulard de Azevedo Tozzi pela ajuda e apoio ao desenvolvimento da tese.

Aos professores da minha pré-banca que me auxiliaram com suas ótimas sugestões e correções: George J. Shepherd, Eduardo S. Brondízio, Ulysses Paulino de Albuquerque e Alpina Begossi.

Ao Prof. Dr. Roland Vencovsky e Dra. Luciana Carlini do Departamento de Genética da ESALQ/USP, e ao prof. Dr. Rainério Meirelles da Silva da UFPA, pelas valiosas contribuições ao capítulo de genética. Em especial a Luciana Carlini, obrigado pelas discussões teóricas e ajuda constante.

Ao Dr. Charles Clement (INPA), e ao Dr. Eduardo Goes Neves (MAE/USP) pela bibliografia referente à agricultura pré-colombiana.

Ao Dr. Rui Mendes e Dr. Fabio de Oliveira Freitas da EMBRAPA/CENARGEN - Brasília, pelas discussões teóricas, e ajuda na identificação dos híbridos de *M. esculenta* e *M. glaziovii*.

A Adriana Felipim pela bibliografia sobre os Tupi-Guaranis e pelas discussões sobre agricultura indígena.

À Willian Balée pelo apoio ao meu trabalho, pelas discussões sobre domesticação de plantas, e pelas sugestões e correções da introdução da tese.

A Natalia Hanazaki, Pedro Hanazaki Peroni, Fábio de Castro, Rainério Meireles da Silva, pela ajuda nos trabalhos de campo.

Ao Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais (NEPAM) da UNICAMP, em especial à Dra. Alpina Begossi e a Dra. Lúcia da Costa Ferreira pelo apoio irrestrito ao meu trabalho.

À Paulo Inácio Prado do NEPAM pela amizade, e ajuda em momentos cruciais como nas horas que antecedem uma defesa de tese.

À Society for Conservation Biology, (EUA), e a British Ecological Society (Inglaterra) pelas bolsas concedidas para minha participação no 16^o Congresso da *Society for Conservation Biology* em Canterbury, Inglaterra.

Ao Departamento de Ciências Florestais da ESALQ/USP por me autorizar a desenvolver as análises genéticas em suas dependências.

Ao Laboratório de Genética e Reprodução de Espécies Arbóreas (LARGEA), coordenado pelo Prof. Dr. Paulo Y. Kageyama. Agradeço especialmente à Elza Martins Ferraz, Maria Andréia Moreno, Glauce Paschoalini e Gelson Dias Fernandes, pelo apoio profissional, mas principalmente pela amizade criada nestes 4 anos de trabalho, e aos colegas Luciano Arruda Ribas, Karina Martins, Fernanda Gaiotto, Sybelle Barreira, Paulo van Breugel, Mario Cavallari Neto, Alexandre Magno Sebben, João Dagoberto dos Santos e Eduardo Gusson.

Ao Departamento de Genética da ESALQ/USP por incluir minha coleta de variedades em sua coleção de germoplasma de mandioca, e por fornecer uma área experimental para plantio das amostras de variedades de mandioca. Em especial meus agradecimentos ao Prof. Dr. Akihiko Ando e a Profa. Dra. Elizabeth Ann Veasey.

Aos colegas do curso de Biologia Vegetal da UNICAMP pelo trabalho conjunto, descontração, e discussões sempre produtivas.

Aos professores do curso de Biologia Vegetal do Departamento de Botânica (IB/UNICAMP), em especial ao professores George John Shepherd, Flavio Antonio Maës dos Santos, Ana Maria Goulart de Azevedo Tozzi, Eliana Regina Forni Martins, e Jorge Yoshio Tamashiro.

Ao Fundo de Apoio ao Ensino e à Pesquisa (FAEP/UNICAMP) pelo apoio financeiro concedido às viagens de estágio na Indiana University, EUA, e ao 16^o Congresso da *Society for Conservation Biology* em Canterbury, Inglaterra.

Ao Prof. Dr. Eduardo S. Brondízio pela orientação durante o estágio no ACT (*Anthropological Center for Training and Research on Global Environmental Change*), em Bloomington, *Indiana University*/EUA. Agradeço especialmente pelo apoio em Bloomington, pelo entusiasmo, paciência, pelas discussões teóricas, e pela amizade.

Ao Fabio de Castro pelo companherismo e pela ajuda nas análises de sensoriamento remoto.

Aos funcionários do NEPAM, Neusa Trevisan, Nestor A. Melo, e Vanderlei Moralez, pelo apoio pessoal e profissional.

A Gilda Santos Mühlen pela amizade, pelas discussões teóricas, e por fornecer a maior parte dos *primers* utilizados nas análises genéticas.

Aos antigos professores e amigos do curso de mestrado do Departamento de Genética da ESALQ/USP, Akihiko Ando, Elizabeth Ann Veasey, Giancarlo C. X. Oliveira, Inês Faraldo, e Rainério Meireles da Silva, pelo apoio e amizade.

À diversos informantes de órgãos governamentais e não governamentais da região de Cananéia, Ilha Comprida e Iguape, em especial ao sr. Máximo Takahira da Cooperativa

de Pescadores de Iguape, ao Pe. João de Cananéia, e ao sr. Nézinho de Ilha Comprida. Agradeço também à Secretaria de Agricultura de Cananéia, e ao IBAMA de Cananéia pelas informações concedidas.

À prefeitura de Ilha Comprida pelas facilidades de alojamento no centro de saúde de Pedrinhas. Em especial à Neuza e Ilda de Pedrinhas, muito obrigado pela hospitalidade e paciência em tantas vezes de alojamento.

À todas as famílias de agricultores pela cordialidade, em especial a dona Marta e S. João Veríssimo de São Paulo Bagre, por acolher em sua casa a mim e minha família inúmeras vezes.

Às famílias ribeirinhas do Rio Negro, obrigado pelas informações e por acolher a mim e Natalia Hanazaki em suas casas.

Aos colegas, amigos e pesquisadores do projeto Floresta e Mar pelas discussões, e amizade, especialmente à Natalia Hanazaki, Maria Rita Avanzi, Alessandra Costa Pinto, Pedro Castelo Branco, Renato Silvano, Humberto “Biro” Alvez, Fábio de Castro, Vivian G. Oliveira, Simone Sivieiro e Simone Campos.

Aos meus filhos, Pedro e André, pela paciência e compreensão nos inúmeros dias distantes “porque o pai tava na roça”. Obrigado aos meus pais, Marcos e Wilma, e aos meus sogros Eduardo e Setsuko, pela ajuda irrestrita nestes e em outros momentos.

Não posso deixar de agradecer, mesmo tendo passado tantos anos, à Paulo Sodero Martins, que mesmo estando apenas em memória continua inspirando meu trabalho e minha vontade em aprender. Ao Paulo devo muito mais que minha formação profissional.

Devo especial gratidão, mesmo não sendo esta a melhor palavra, para Natalia Hanazaki. Juntos foram horas de campo, de discussões sobre pescadores, agricultores, de correções de manuscritos e versões preliminares, de coleta de dados, de críticas, de sugestões de análises, e de tantas outras coisas maravilhosas, como Pedro e André. À Natalia meu amor e carinho.

Sumário

Índice de Figuras	xi
Índice de Tabelas	xiii
Índice de Quadros	xv
Resumo	xvi
Abstract	xviii
I Introdução – Agricultura de pescadores	1
I.1. A integração de abordagens e escalas no estudo do manejo de diversidade cultivada	2
I.2. Escala de análise	2
I.3. Atividade agrícola na mata atlântica	3
I.4. A Mata Atlântica e populações humanas tradicionais	4
I.5. O contexto da conservação de espécies cultivadas	6
I.6. Dinâmica evolutiva de espécies cultivadas	7
I.7. Mandioca	9
I.8. (Etno)variedades	10
I.9. Diversidade genética de espécies cultivadas	11
I.10. Níveis de organização da diversidade cultivada	13
I.11. Metapopulações	13
I.12. Modelo de estudo	15
II Objetivos	17
III Área de estudo e seleção das comunidades	19
III 1. Mata Atlântica – Vale do Ribeira/SP	19
III.2. Amazônia – Rio negro/AM	23
1. CAPÍTULO 1: Características das populações humanas e do uso local das roças utilizadas para agricultura de coivara	25
1.1. Introdução	26
1.2. Objetivos	28
1.3. Material e métodos	28
1.3.1. Caracterização da atividade agrícola e das populações envolvidas no estudo	28
1.3.2. Caracterização dos solos usados para agricultura no Vale do Ribeira (SP) e Rio Negro (AM)	30
1.4. Resultados e discussão	32
1.4.1. Os agricultores itinerantes atuais na Mata Atlântica	32
1.4.2. As características das roças caiçaras na Mata Atlântica	36
1.4.3. As nomenclaturas locais para uso do solo	39
1.4.4. Comparação entre os solos das roças manejadas no período de 1999 a 2001 sob o ponto de vista edáfico	42
1.4.5. Comparação entre áreas usadas pelos caiçaras para cultivo: roças, taperas e sambaquis	45
1.4.6. Os solos no contexto do manejo itinerante – Uma análise comparativa entre Vale do Ribeira (SP) e Rio Negro (AM)	47
1.5. Conclusões	50

2. CAPÍTULO 2: O contexto espacial e temporal do uso da paisagem agrícola pelos caiaças	53
2.1. Introdução	54
2.2. Objetivos	56
2.3. Material e Métodos	57
2.3.1. Fonte dos dados	57
2.3.2. Sensoriamento remoto	57
2.4. Resultados e discussão	63
2.5. Conclusões	75
3. CAPÍTULO 3: Peroni, N; Hanazaki, N. 2002. Current and lost diversity of cultivated varieties, especially cassava, under swidden cultivation systems in the Brazilian Atlantic Forest. Agriculture, Ecosystems and Environment, 92(2-3): 171-183.	77
4. CAPÍTULO 4: A diversidade morfológica varietal de mandioca	90
4.1. Introdução	91
4.1.1. Diversidade varietal de mandioca	91
4.1.2. A diferenciação entre mandiocas (“bravas” ou “amargas”), e aipins (“macaxeiras”, “mansas”, ou “doces”)	94
4.1.3. Métodos de análise quantitativa	95
4.2. Objetivos	96
4.3. Material e métodos	96
4.3.1. Análise do fluxo de variedades quanto à nomenclatura local	96
4.3.2. Análise das características morfológicas das variedades	98
4.3.2.1. Caracterização morfológica <i>in situ</i>	98
4.3.2.2. Caracterização morfológica <i>“ex situ”</i>	100
4.3.3. Análise de dados da caracterização morfológica	101
4.3.3.1. Análise de agrupamento (CLUSTER)	101
4.3.3.2. Análises de ordenação	102
4.4. Resultados e discussão	102
4.4.1. Compartilhamento de variedades e sua distribuição no espaço	102
4.4.2. Quanto a nomenclatura local de variedades	113
4.4.3. Diferenciação de variedades <i>“in situ”</i> – o uso local de caracteres para determinar divergências morfológicas	115
4.4.4. Diferenciação de variedades <i>“ex situ”</i> – o uso de experimentação para determinar divergências morfológicas	119
4.5. Conclusões	124
5. CAPÍTULO 5: Diversidade genética, classificação local e reprodução sexual de variedades de mandioca	126
5.1. Introdução.	127
5.2. Objetivos	130
5.3. Material e métodos	131
5.3.1. Área de estudo	131
5.3.1.1. Baixo vale do rio Ribeira de Iguape	131
5.3.1.2. Amazônia – Rio Negro/AM	132
5.3.2. Coleta de Indivíduos	133
5.3.2.1. Adultos	133
5.3.2.2. Progênies	136

5.3.3.	Análises dos marcadores moleculares	136
5.3.4.	Metodologia de obtenção de bandas de microssatélites	137
5.3.5	Análise estatística	139
5.4.	Resultados	141
5.4.1.	Análise de similaridade entre todos os indivíduos das variedades amostradas no Vale do Ribeira/SP .	144
5.4.2.	Varição genética entre os grupos de “aipim” e “mandioca-brava” sem a presença de clones.	149
5.4.3.	Análise de similaridade e distância genética entre roças amostradas no Vale do Ribeira/SP.	151
5.4.4.	Análise da estrutura genética de indivíduos gerados por reprodução sexual.	155
5.4.5.	Comparação entre variedades do Vale do Ribeira (Mata Atlântica - SP) e do Rio Negro (Amazônia - AM).	159
5.5.	Discussão	163
5.6.	Conclusões	171
6.	CAPÍTULO 6: PERONI, N. 2002. Manejo Agrícola Itinerante e domesticação de plantas neotropicais: o papel das capoeiras. In: ANAIS DO IV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ETNOBIOLOGIA E ETNOECOLOGIA, 2002, Recife. Atualidades em Etnobiologia e Etnoecologia. Recife: SBEE, 1: 97-108.	173
7.	Considerações finais	183
8.	Referências bibliográficas	187
	ANEXOS	210

Índice de Figuras

Figura 1. Esquema hierárquico de coleta de variedades para fins de análise de estrutura genética da diversidade cultivada, assim como de integração de escalas de estudo (baseado em Martins, 2001, com modificações).	16
Figura 2. Esquema hierárquico de coleta de variedades para fins de análise de estrutura genética da diversidade cultivada, assim como de integração de escalas de estudo (baseado em Martins, 2001, com modificações).	18
Figura 3. Localização da área de estudo na região do Vale do Ribeira/SP.	19
Figura 4. Localização geográfica das áreas de estudo nas regiões da Mata Atlântica (SP) e do Rio Negro (AM). Escala 1:1000km	23
Figura 1.1. Perfil do solo conhecido como “taruru”, com horizonte A orgânico de cerca de 20cm. Comunidade de Aquarius, Iguape.	41
Figura 1.2. Representação bidimensional dos dois primeiros eixos da análise de componentes principais (PCA) para 51 amostras de solo ordenadas segundo análise de 8 variáveis edáficas. Legenda, mt: Mata Atlântica; r: Rio Negro. Matéria orgânica “MO”; fósforo “F”; “pH”; potássio “K”; cálcio “Ca”; magnésio “Mg”, hidrogênio mais alumínio “H+Al”; teor de areia (“AR”).	49
Figura 2.1. Chave de classificação geral de cobertura e uso do solo no Vale do Ribeira para as imagens de satélite Landsat TM 1990 e 1999 (modificado a partir de Castro 2002)	59
Figura 2.2 Chave de classificação geral de cobertura e uso do solo no Vale do Ribeira para as imagens de satélite Landsat MSS 1975 e 1981 (modif. a partir de Castro 2002)	60
Figura 2.3. Localização dos <i>buffers zones</i> com 500, 1000, 2000, e 3000m de raio a partir do ponto central de 13 roças em cultivo no ano de 1999 (TM landsat 1999).	61
Figura 2.4. Imagem classificada representando as diferentes classes de cobertura do solo dentro nos municípios de Cananéia, Ilha Comprida e Iguape (TM Landsat 1999). As áreas delimitadas pelos traços pretos representam a divisão política dos municípios.	65
Figura 2.5. Porcentagem relativa de 4 classes de cobertura do solo nos municípios de Cananéia, Iguape e Ilha Comprida (TM Landsat 1990 e TM Landsat 1999).	67
Figura 2.6. Porcentagem relativa da cobertura florestal dos municípios de Iguape, Ilha Comprida e Cananéia, entre os anos de 1975 e 1999. (Images Landsat MSS 1975, Landsat MSS 1981, Landsat 1990 TM, e Landsat 1999 TM).	68
Figura 2.7. Análise da proporção relativa de Floresta de acordo com a distância do ponto central de 13 roças, de 13 unidades familiares de agricultores caiçaras.	70
Figura 2.8. Análise da proporção de área aberta de acordo com a distância do ponto central de 13 roças, de 13 unidades familiares de agricultores caiçaras.	70
Figura 2.9. Análise da proporção de Floresta de acordo com a distância do ponto central da comunidade de São Paulo Bagre.	72
Figura 2.10. Análise da proporção de Área aberta de acordo com a distância do ponto central da comunidade de São Paulo Bagre.	73
Figura 2.11. Análise da proporção de Floresta de acordo com a distância do ponto central da comunidade de Pedrinhas.	74
Figura 2.12. Análise da proporção de Área aberta de acordo com a distância do ponto central da comunidade de Pedrinhas.	75
Figura 4.1. Distribuição e porcentagem de ocorrências comuns de variedades de mandioca entre agricultores.	104

- Figura 4.2. Ordenação das unidades familiares baseada na análise de coordenadas principais (PCO) utilizando coeficiente de similaridade de Sørensen. As siglas representam as unidades familiares que compartilham variedades de mandioca. 105
- Figura 4.3. A figura que representa o uso de áreas inundadas para a fabricação de farinha d'água em Icapara. Acondicionada em sacos, as raízes de mandioca ficam imersas na água como técnica de pré-preparo da farinha (Comunidade de Icapara, Iguape). 110
- Figura 4.4. Agrupamento de 95 indivíduos de mandioca através do método de UPGMA a partir da matriz de distâncias euclidianas simples (Método de caracterização “in situ”). (correlação cofenética $r=0,778$). Os número de 1 a 6 representam os grupos formados a partir do valor de 3,64 na escala de distâncias. 118
- Figura 4.5. Agrupamento de 111 indivíduos de mandioca através do método de UPGMA a partir da matriz de distâncias euclidianas simples (Método de caracterização “ex situ”). (correlação cofenética $r=0,851$). 120
- Figura 4.6. Plotagem ordenada dos 111 indivíduos de mandioca e aipim considerando o primeiro e segundo eixo da análise de componentes principais (PCA). No destaque a identificação das variedades de “aipins” e “mandiocas”. 122
- Figura 5.1. Perfis de 3 géis de SSR representando 3 dos 9 primers utilizados nas análises. Estão representados 24 indivíduos de variedades de mandioca distribuídos em 24 canaletas. Nas bordas laterais estão os padrões de peso molecular em pares de base (10pb). 138
- Figura 5.2. Dendrograma com 137 amostras de mandioca do Vale do Ribeira. Coeficiente de similaridade de Dice. A numeração identifica cada indivíduo, com a primeira letra da sigla indicando o tipo de variedade, “A” para “aipim”, e “M” para “mandioca brava. As setas indicam os indivíduos mencionados no texto. 146
- Figura 5.3. Representação gráfica dos 2 primeiros eixos da análise de correspondência fatorial gerada pela análise de 137 indivíduos de mandioca, classificados como “aipins” (A), e “mandiocas bravas” (B). O eixo 1 e o eixo 2 representam respectivamente 16,53% e 10,78% da variação total. 147
- Figura 5.4. Dendrograma com 171 indivíduos de variedades de mandioca do Vale do Ribeira e do Rio Negro (AM). Coeficiente de similaridade de DICE. A numeração identifica cada indivíduo. A: “aipim”; M: “mandioca-brava”; RMB: Rio Negro, “mandioca-brava”; RMX: Rio Negro “macaxera” (“aipim”); RNP: Rio Negro progênie; IAC: Instituto Agrônômico de Campinas; e MANT: Variedade comercial Mantiqueira. As setas indicam as variedades citadas no texto. 160
- Figura 5.5. Padrão de divergência genética entre 4 grupos de variedades de mandioca, agrupadas pelo método de UPGMA, com base nas distências genéticas de Nei (1978). Correlação cofenética = 0,943. Legenda: “V_aipim: variedades “aipim” do Vale do Ribeira; “V_mb”: variedades “mandioca-brava” do Vale do Ribeira; “R_mb”: variedades “mandioca-brava” do Rio Negro; e “R_mx”: variedades “macaxera”(“aipim” do Rio Negro. Os valores entre parênteses representam o número de locos que sustentam cada estimativa. 163
- Figura 5.6. Modelo explicativo para as trocas entre agricultores e sua analogia ao modelo de metapopulações. As bolas coloridas representam as variedades cultivadas dentro das roças de cada agricultor, e as setas a conexão, ou trocas, que possibilitam o fluxo de variedades entre roças, unidades familiares, comunidades, ou regiões. 164

Índice de Tabelas

Tabela 1. Municípios e comunidades incluídas neste estudo.	22
Tabela 1.1. Comunidades e número de unidades familiares de agricultores itinerantes na região sul do litoral paulista.	33
Tabela 1.2. Comparação entre os 3 grupos de amostras representativas das unidades de manejo quanto as médias das variáveis de solo. d.p. – desvio padrão. Matéria orgânica “MO”; fósforo “F”; “pH”; potássio “K”; cálcio “Ca”; magnésio “Mg”, hidrogênio mais alumínio “H+Al”; saturação por bases (“V%”); teor de areia (“AR”); teor de argila (“ARG”).	45
Tabela 1.3. Tabela com as médias, desvios padrão e análises de variância de 10 parâmetros de solo analisados para 36 roças no Vale do Ribeira e 18 roças no Rio Negro. Matéria orgânica “MO”; fósforo “F”; “pH”; potássio “K”; cálcio “Ca”; magnésio “Mg”, hidrogênio mais alumínio “H+Al”; saturação por bases (“V%”); teor de (“AR”); teor de argila (“ARG”).	48
Tabela 2.1. Porcentagem de classes de cobertura do solo nos municípios de Cananéia, Iguape e Ilha Comprida (TM Landsat 1999).	66
Tabela 4.1. Parâmetros utilizados na análise TWISPAN.	97
Tabela 4.2. Caracteres utilizados como descritores botânicos das variedades.	100
Tabela 4.3. Localização geográfica dos agricultores, suas siglas e numeração elaborada pela análise TWINSPAN. Os valores entre parênteses indicam o número das unidades familiares utilizado na Tabela 4.4.	106
Tabela 4.4. Tabela resumo da análise divisiva de TWINSPAN das unidades familiares (unidades familiares listadas na linha superior; a primeira linha indica a dezena e a segunda indica a unidade) organizadas pelas variedades de mandioca compartilhadas (listadas na primeira coluna). A leitura deve ser feita entre colunas e linhas	108
Tabela 4.5. Classificação das famílias e variedades que descrevem a primeira dicotomia..	111
Tabela 4.6. Classificação das famílias e variedades que descrevem a segunda dicotomia dentro do grupo 0 da primeira dicotomia.	112
Tabela 4.7. Classificação das famílias e variedades que descrevem a terceira dicotomia dentro do grupo 1 da primeira dicotomia.	113
Tabela 5.1. Locos de microssatélites utilizados para as análises com as respectivas amplitudes alélicas, número de alelos por loco (A), temperatura de anelamento (T_a), heterozigosidade observada (H_o), heterozigosidade intra-populacional (H_s), e heterozigosidade total em cada loco (índices de diversidade gênica) (H_t). Valores de H refletem o agrupamento das variedades em termos do uso.	142
Tabela 5.2. Estimativas de parâmetros genéticos de diversidade nos grupos de “aipins” e “mandiocas bravas”. N: número de indivíduos amostrados; L: número de locos microssatélites; P: proporção de locos polimórficos; n_A : número médio de alelos; A: número total de alelos; H_o : heterozigosidade observada; H_s : heterozigozidade média intra-populacional multilocos.	143
Tabela 5.3. Alelos exclusivos e frequência no grupo dos “aipins”.	143
Tabela 5.4. Estimativas de parâmetros genéticos de diversidade nos grupos de “aipins” e “mandiocas bravas” com a exclusão de clones entre e dentro de grupos. N: número de	150

indivíduos amostrados; L: número de locos microssatélites; P: proporção de locos polimórficos; n_A : número médio de alelos; A: número total de alelos; H_o : heterozigosidade observada; H_s : heterozigozidade média intra-populacional multilocos.	
Tabela 5.5. Alelos exclusivos e frequência no grupo dos “aipins”.	150
Tabela 5.6. Estimativas dos parâmetros genéticos em 23 roças, sendo N: número de indivíduos amostrados; Locos: número de locos analisados;; A: número total de alelos;; H_s : heterozigosidade esperada dentro do grupo (índice de diversidade gênica); H_o : heterozigosidade observada; P(0,99) polimórfismo em nível de 99%; n_A : número médio efetivo de alelos por local. Entre parênteses está apresentado o desvio padrão das estimativas. Na roças com 2 indivíduos não foram estimados H_o e H_s .	151
Tabela 5.7. Estimativas de parâmetros genéticos de diversidade em 2 roças (populações) e 4 variedades (sub-populações) de mandioca. N: número de indivíduos analisados; L: número de locos de microssatélites; P: proporção de locos polimórficos; n_A : número médio de alelos por loco polimórfico; H_o : heterozigosidade observada; H_e : heterozigosidade esperada sob equilíbrio de Hardy-Weinberg; \hat{f} : índice de fixação.	155
Tabela 5.8. Probabilidade do Teste Exato de Fisher para aderência ao desequilíbrio de Hardy-Weinberg.	156
Tabela 5.9. Estimativa das estatística F de Wright intra e inter populacional de indivíduos originados por reprodução sexuada. F_{IS} índice de fixação intra-populacional; F_{IT} índice de fixação ralativo a população total; $F_{ST(p)}$: índice de diferenciação genética entre populações; $F_{ST(s)}$: índice de diferenciação entre sub-populações.	157
Tabela 5.10. Estimativa do número total de alelos por população (A), número médio de alelos por loco polimórfico (n_A), heterozigosidade observa (H_o) e heterozigosidade esperada (H_e) (diversidade gênica), entre os grupos de indivíduos de oriundo de propagação vegetativa (variedades), e indivíduos oriundos de reprodução sexuada.	158
Tabela 5.11. Alelos exclusivos dos grupos de indivíduos analisados e suas frequências.	158

Índice de Quadros

Quadro 1.1. Representação esquemática, da classificação local de solos, relacionada à fertilidade quando envolvidos os critérios de tonalidade de cor (claro e escuro) e umidade.	41
Quadro 4.1 Resultado da análise de discriminante simples (ADS), comparado à classificação a priori entre “mandiocas-bravas”, e “aipins”. Nas colunas dos “membros do grupo predito” estão os valores encontrados pela classificação feita pela análise através das variáveis que descrevem as variedades. As porcentagens de acertos, entre os valores da análise e da classificação a priori, encontram-se nas duas últimas linhas destas colunas. Em destaque a porcentagem de acertos entre os indivíduos classificados como “aipins”.	123
Quadro 5.1. Similaridades médias dentro e entre grupos de aipins e mandiocas-bravas pelos índices de similaridades de Dice. Entre parênteses o coeficiente de distância genética (1-Dice)	149
Quadro 5.2. Similaridades médias entre as 23 roças obtidas através da matriz de similaridade gerada pelo coeficiente de similaridade de Dice. Os valores em itálico e sublinhados estão discutidos no texto. A primeira linha e coluna estão listados as roças de cada unidade familiar..	153
Quadro 5.3. Similaridades médias dentro e entre regiões obtidas pelos índices de similaridades de Dice, excluindo os clones das análises, para 136 indivíduos coletados no Vale do Ribeira/SP e 32 indivíduos coletados no baixo e médio Rio Negro/AM.	162

Resumo

O enfoque deste estudo está centrado nas inter-relações entre o homem, o ambiente de cultivo, e as espécies vegetais domesticadas, sob o ponto de vista da dinâmica evolutiva de plantas cultivadas. Neste contexto, o objetivo geral foi avaliar os aspectos relacionados à conservação, à perda e à amplificação de diversidade varietal de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), cultivada por populações humanas locais em sistemas agrícolas itinerantes. Através de uma abordagem interdisciplinar, a conservação, as perdas e a amplificação da diversidade varietal foram contextualizadas em três unidades de escala diferentes e interdependentes: a unidade geográfica, representando uma escala regional no espaço físico; a unidade cultural, representando a escala em nível das comunidades humanas locais; e a unidade evolutiva, considerando então as unidades familiares e as roças cultivadas. Foram integradas informações de cunho etnobotânico, ecológico e genético sobre a diversidade cultivada de mandioca por populações caiçaras. As análises foram conduzidas tanto sob o aspecto espacial como temporal, e subdivididas em capítulos. No primeiro capítulo a amostra de agricultores estudados é caracterizada e descrita, assim como o uso dos solos das roças itinerantes. As amostras de solos das roças caiçaras da região do complexo estuarino-lagunar de Iguape-Cananéia-Ilha Comprida, na Mata Atlântica, são também comparadas as amostras de solos de roças caboclas, manejadas na região do baixo e médio Rio Negro, na Amazônia. Este capítulo trata especificamente do contexto local do manejo de roças e visa uma descrição geral dos ambientes de cultivo sob o contexto edáfico. O segundo capítulo trata do contexto regional das mudanças da cobertura vegetal nas áreas de uso agrícola tradicional na região do litoral sul de São Paulo. Com uma abordagem centrada na análise de mudanças espaciais e temporais, são analisadas imagens de satélite entre os anos de 1975 e 1999. O terceiro capítulo analisa o contexto regional do manejo de espécies e variedades de espécies cultivadas por agricultores caiçaras. Visa discutir o contexto amplo da conservação, assim como das perdas de variedades cultivadas, ou de erosão genética. A mandioca é analisada como uma parte do manejo das variedades e espécies cultivadas pelas populações caiçaras. No quarto capítulo são analisadas as características morfológicas das variedades de mandioca. São avaliados os principais critérios de identificação de variedades usados pelos caiçaras. Neste capítulo é analisado também o fluxo de variedades entre agricultores, com base na

localização das variedades no espaço. No quinto capítulo, a análise da diversidade das variedades de mandioca é aprofundada, sob o aspecto da diversidade genética. Utilizando uma abordagem da genética de populações, é avaliado como a diversidade está distribuída e estruturada no espaço. Neste quinto capítulo são analisados tanto os fatores de conservação genética, como de amplificação da diversidade intra-específica da espécie. No sexto capítulo, alguns fatores de interação entre o manejo itinerante e componentes da história vital da espécie são analisados. Alguns processos evolutivos de amplificação de diversidade de mandioca são discutidos. Ações de trocas intencionais e não intencionais de variedades em nível regional criam um efeito tampão às perdas locais. A estratégia de cultivo multivarietal, e o comportamento alógamo da espécie, favorecem cruzamentos inter e intra-específicos em nível de roça. Em função da estrita relação dos ciclos itinerantes com a amplificação da diversidade, a redução da atividade agrícola tende a reduzir a frequência de incorporação de diversidade genética resultante destes cruzamentos e de mutações aleatórias. Diversos fatores são responsáveis pela redução da atividades e perda de diversidade cultivada. A recuperação das áreas de floresta nas áreas de cultivo é um forte indicador do abandono da atividade agrícola. Com a idade avançada dos agricultores e com a reduzida participação da mão-de-obra familiar, as perdas de diversidade varietal, e do conhecimento tradicional associado ao cultivo e ao uso desta diversidade, tendem a ser irreversíveis. Apesar disto, o estoque de diversidade genética conservada pelos caiçaras é muito grande, o que torna a região uma área prioritária para a conservação de recursos genéticos cultivados *on farm*, seja sob atividades de cultivo itinerantes ou não.

Abstract

This study focuses the inter-relationships between the men, the farm environment, and the domesticated crop species, under the perspective of the evolutionary dynamics of cultivated plants. The main objective of this study was to evaluate the features related to the conservation, loss, and amplification of the varietal diversity of manioc (*Manihot esculenta* Crantz), cultivated by local populations in itinerant agricultural systems. Through an interdisciplinary approach, the conservation, loss, and amplification of varietal diversity were framed in three different scales: the geographic unit, representing an regional scale in the space; the cultural unit, representing the scale in the human community level; and the evolutionary unit, representing the household level and the cultivated plots. Ethnobotanical, ecological, and genetic information about the manioc cultivated diversity by caiçara populations were integrated. The analysis encompasses spatial and temporal scales, and is subdivided in chapters. In the first chapter, the sample of studied agriculturists is characterized and described, as well as the use of the soils of the itinerant plots. Soil samples from the region of the estuarine-lagoon complex of Cananéia-Iguape-Ilha Comprida, in the Atlantic Forest, are also compared to soil samples from caboclo plots, managed in the region of the middle and lower Negro River, in the Amazon. This chapter focuses in the local context of the plot management, describing the environments under an edaphic milieu. The second chapter focuses on the regional context of changes in the vegetal land cover, in the areas of traditional agricultural use, in the southern coast of São Paulo state. The approach is centered in the analysis of spatial and temporal changes, with the examination of satellite images between 1975 and 1999. In the third chapter, the regional context of the management of species and varieties is analyzed. The broad framework of conservation, loss and genetic erosion is discussed. Cassava is analyzed as a part of the whole management of species and varieties cultivated by caiçaras. In the fourth chapter the morphological characteristics of cassava were analyzed, as well as the major criteria of varietal identification used by caiçaras. The flow of varieties between agriculturists, based on the spatial position of these varieties, is also analyzed. In the fifth chapter, the analysis of the cassava varietal diversity is deepened, under the aspect of genetic diversity. Using a population genetics approach, the spatial distribution and

structure of cassava are evaluated. Genetic conservation and amplification of infra-specific diversity were also analyzed in the fifth chapter. In the sixth chapter, some characteristics of the relationship between itinerant management and life history traits of the species were analyzed, and some evolutionary processes of amplification of the diversity were discussed. Intentional and non-intentional interchanges of varieties in a regional level create a buffer effect to the local losses. The strategy of policultural farming, and the allogamous behavior of the species, allow the infra and intra-specific outcrossing in the plot level. Due to the strict relationship between itinerant agricultural cycles and the amplification of diversity, the reduction of the agricultural activity tend to decrease the frequency of the incorporation of genetic diversity, produced by these outcrossing and by random mutations. Many factors are responsible to the decrease in the agricultural activities and loss of cultivated diversity. The forest regeneration in the cultivated areas is a strong indicator of the abandonment of agricultural activities. With the ageing of agriculturists and the reduced family labor, the losses of both the varietal diversity and the traditional knowledge associated to the farming and to the use of this diversity, tend to be irreversible. However, the genetic diversity stock conserved by caiçaras is considerable, which makes the region a priority area to the conservation of genetic resources *on farm*, under agricultural activities being itinerant or not.

INTRODUÇÃO¹

AGRICULTURA DE PESCADORES

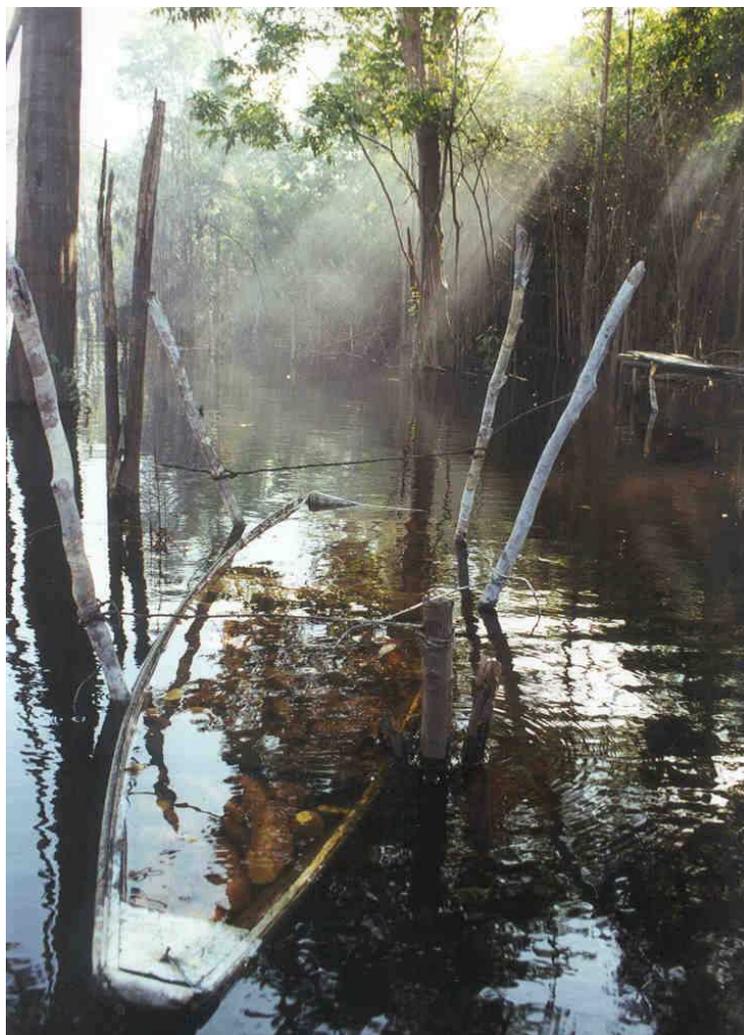


Foto: Nivaldo Peroni

Canoa usada para manter a mandioca submersa para o preparo futuro da farinha puba. Comunidade de Lago das Pedras, Rio Unini (AM).

¹ O conteúdo desta introdução foi parcialmente publicado in: “Peroni, N. 2004. Agricultura de pescadores. In: Begossi, A. (org.). Ecologia Humana de pescadores da Mata Atlântica e da Amazônia, Cap.2. Editora HUCITEC, São Paulo.”

I.1 A integração de abordagens e escalas no estudo do manejo de diversidade cultivada.

Este trabalho tem como objetivo analisar três aspectos referentes ao uso de recursos genéticos vegetais: os aspectos relacionados à conservação, à perda e à geração de diversidade cultivada, ou agrobiodiversidade, por populações humanas locais. Para analisar tal questão é preciso utilizar uma abordagem interdisciplinar, contextualizando cada um dos três aspectos apontados. Serão integradas análises do uso tradicional de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), do uso da paisagem agrícola, e das relações homem, planta e ambiente.

I.2. Escala de análise

O uso de metodologias e de arcabouços teóricos complementares da ecologia e etnobotânica pode ser uma boa estratégia de estudo quando se enfoca questões de mudança no uso de plantas, e especialmente importante em estratégias de conservação (Cunningham, 2001). No contexto do estudo de mudanças no uso de plantas, de manejo de espécies cultivadas ou extrativas, e mesmo no uso de paisagens antrópicas, a integração de escalas de análise tem sido apontada por alguns autores como um bom referencial para se compreender mudanças em escalas de tempo longas (Cunningham, 2001). Cabe destacar que populações de espécies sofrem mudanças no nível genético acarretadas por mudanças nas formas de manejo, e em certos aspectos por mudanças no uso de ambientes em escalas diferentes nas quais as populações das espécies estão estruturadas.

A integração de escalas de análise exige uma conexão dinâmica entre níveis de organização locais e mais externos, e tem sido uma questão de desafio na ecologia (Levin, 1992). Em ecologia humana, o conceito de *livelihood*² tem sido usado no auxílio para se transitar entre escalas interdependentes, pois é baseado na dinâmica de obtenção e uso de recursos (Begossi, et al. 1999). Segundo Levin (1992), um sistema pode ser descrito por diferentes escalas, mas não quer dizer que não existam padrões baseados em escalas ou que qualquer escala sirva para descrever o sistema. Neste contexto a escolha de unidade de análise auxilia na determinação das relações acima e abaixo da unidade escolhida. A unidade familiar, por exemplo, pode ser um ponto de conexão importante entre escalas de

² *Livelihood* definido como “unidade familiar”

análise pois permite transitar entre fatores de manejo organizados “*top down*”, e “*bottom up*”, que influenciam a obtenção e uso de recursos.

Os recursos manejados por unidades familiares podem ser então contextualizados num nível mais agregado e geral, até um nível local, executado pelo acompanhamento de mudanças na paisagem, nos ecossistema, ou nas comunidades, como na estrutura genética das populações das espécies manejadas (Noss, 1990; Cunningham 2001). Segundo estes autores, isso possibilita compreender como e por que populações de plantas podem ser alteradas em escalas de tempo longas, e os fatores da história de vida das espécies ligadas a eventos de distúrbios, formando assim um mosaico itinerante de manchas dinâmicas (Cunningham 2001). Segundo DeWalt e Peltó (1985) os problemas na integração de diferentes escalas de análise devem ser contextualizados em 3 dimensões separadas: espacial, causal e temporal. Assim, tanto no nível regional como local é possível acompanhar o caminho (a história) através do qual habitats e populações de espécies são manejadas (no espaço).

I.3. Atividade agrícola na Mata Atlântica

Tanto paisagens como espécies podem estar constantemente sendo manejadas pelo homem e evoluindo (Clement, 1999a). Estima-se, por exemplo, que sistemas agrícolas itinerantes, ou de coivara, são utilizados nos neotrópicos há aproximadamente 7000 anos (Piperno e Pearsall, 1998), o que mostra o longo período pelo qual populações humanas têm manejado ambientes de cultivo e espécies cultivadas nas Américas. Na Mata Atlântica as estimativas ainda são incertas, mas dados arqueológicos indicam que a introdução de atividades agrícolas na região sudeste do Brasil deve ter ocorrido há 2500 anos (Simões, 1971; Dias Junior, 1993; Scatamacchia, 1995; Neves et al. 2003; Eduardo Goes Neves³, comunicação pessoal). Quando os europeus chegaram ao Brasil, encontraram extensas áreas de Mata Atlântica sendo manejadas principalmente para o cultivo da mandioca em sistemas agrícolas itinerantes, provavelmente análogos entre si quanto ao manejo e uso de espécies como mandioca, cará (provavelmente *Dioscorea trifida*), abacaxi, taiobas, e batata-doce (Hoehne 1937; Marcgrave, 1942; Piso, 1948). Atualmente, populações

³ É necessário não confundir atividades de cultivo que podem ter ocorrido muito tempo antes com espécies não comestíveis, como o chá mate por exemplo, com atividades de domesticação de plantas (Eduardo Goes Neves, comunicação pessoal).

humanas como os caiçaras da Mata Atlântica ainda manejam⁴ roças itinerantes ao longo do litoral sul do estado de São Paulo, onde muitas características descritas na época do descobrimento ainda persistem (Dean, 1992; 1996).

É provável que populações Tupi-Guarani tenham sido as principais disseminadoras tanto de técnicas de cultivo, como de espécies e variedades nesta região (Simões, 1971; Balée 1992; Scatamacchia, 1995; Dean, 1996; Neves et al. 2003). Mesmo após a chegada dos portugueses e a introdução de outras técnicas de cultivo, o maior impacto causado nos sistemas de coivara parece ter sido a introdução de espécies originárias de outras colônias européias, tanto das chamadas “neo-europas”, como do continente Africano (Crosby, 2002). Entretanto, estas não substituíram a mandioca como principal fonte de carboidratos. Ainda hoje, migrações pelo interior do Brasil contribuem para incrementar a diversidade cultivada nestes sistemas agrícolas, e certamente as variedades que experimentaram a maior intensidade de trocas são de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Agricultores que habitam a mesma região onde os portugueses aportaram em 1500 cultivam este legado, mantendo-se nestas áreas mesmo contra toda sorte de fatores ecológicos e sócio-econômicos, que muitas vezes são contrários à sua permanência como agricultores. Apesar disto, nos últimos anos, o legado biológico e o legado cultural associado a esta diversidade, às técnicas de cultivo, e ao uso e manejo destas variedades estão sob forte risco de desestruturar-se e perder-se.

I.4. A Mata Atlântica e populações humanas tradicionais

A Mata Atlântica (sensu lato) é considerada uma das florestas tropicais mais importantes para conservação, sendo considerada atualmente um “*hot spot*”. Seu grau de endemismo e sua riqueza de espécies são elevados, estando em eminente perigo de extinção devido à destruição de seus habitats (Prance, 1995; Myers et al., 2000). A ameaça não se resume à diversidade biológica mas incide também sobre as populações humanas que interagiram durante séculos com tal diversidade (Dean, 1996). Os critérios de riqueza e endemismo têm sido usados para priorizar áreas potenciais para proteção (Myers et al., 2000). Entretanto, pesos equivalentes para o valor “ocorrência” e “opção” de espécies

⁴ O termo “manejo” será usado no sentido de caracterizar atividades de manipulação do ambiente para finalidades produtivas. Envolve práticas conscientes de uso, pousio, e reutilização de áreas florestais para agricultura.

(espécies que forneceria futuros benefícios para alimentação, domesticação, produtos farmacêuticos, dentre outros), são sugeridos para locais que contém espécies úteis, que poderiam gerar “centros de utilidade” (Begon et al., 1996). Sendo assim, segundo Plotkin (1995), as populações que habitam florestas tropicais podem representar a chave para entender, utilizar e proteger a biodiversidade tropical, pois são elas que interagiram durante séculos com a diversidade biológica presente nestes ambientes. Na Mata Atlântica há populações humanas que mantêm forte interação com seu ambiente (Begossi et al., 1993; Begossi, 2004; Hanazaki et al., 2000; Oliveira et al., 1994; Sanches, 2001; Sambatti et al. 2001; Peroni e Martins, 2000), cuja subsistência era originalmente baseada na agricultura itinerante e na pesca artesanal (Schmidt, 1958; França, 1954; Diegues, 1983; Mussolini, 1980), e que genericamente são denominadas como “populações tradicionais”.

O termo “população tradicional” no Brasil, é alvo de controvérsias, principalmente pelo apelo político que pode expressar (Ferreira, 1996). Neste debate, há posições que enfatizam o caráter puramente “tradicional” e de certa forma harmonioso nas relações entre homem e natureza (Diegues, 1999; Diegues e Arruda, 2001). Outras posições que apontam o caráter destrutivo destas relações, considerando este caráter como premissa e não como hipótese (Olmos et al., 2002); e há posições que enfatizam seu caráter dinâmico, ou seja, que estas populações humanas ao longo do tempo podem ajustar suas estratégias de uso dos recursos naturais à mudanças tanto ambientais como socio-econômicas (Ferreira et al, 2001).

No debate sobre tipologias de populações tradicionais e não tradicionais, corre-se o risco de marginalizar populações locais como colonos, caipiras e posseiros, pelo fato de não se enquadrarem neste modelo simplificado que considera algumas populações como tradicionais e outras não (Castro et al., submetido). Para Adams (2000a) o parâmetro fundamental é a floresta e sua conservação, onde a ocupação e uso de espaço físico é uma questão central. Neste debate, Adams (2000a) argumenta que as relações entre práticas tradicionais e manejo ecológico na Mata Atlântica não podem ser atestadas como tais, pois os dados para avaliar a sustentabilidade de práticas tradicionais são ainda escassos.

Neste contexto, entende-se as populações humanas estudadas no presente estudo sob a perspectiva de Ferreira et al. (2001): como agentes dinâmicos no tempo e no espaço,

onde o manejo de uma atividade, no caso agrícola, pode conter elementos de mudança no uso de recursos de espécies cultivadas.

I.5. O contexto da conservação de espécies cultivadas

A diversificação de cultivos é característica intrínseca aos sistemas de cultivo originados nos neotrópicos. Na evolução de plantas cultivadas, as espécies estão submetidas aos mesmos mecanismos evolutivos, tais como seleção e deriva genética, como quaisquer outras espécies, mas com um fator a mais de complexidade: a ação humana (Harlan, 1995). Sob este ponto de vista, três processos fundamentais podem ser destacados: a geração, a conservação e a seleção de diversidade (Harris e Hillman, 1989; Harlan, 1992; Martins, 1994). A diversidade, tanto inter como intra-específica, é fundamental para que agricultores tenham segurança e estabilidade de produção de alimentos frente a condições de mudança, a fatores de risco, a heterogeneidade ambiental e a diversos fatores estocásticos (Altieri e Merrick, 1987; Brush, 1995; Bellon, 1996). A preocupação em resgatar a diversidade de espécies cultivadas não é recente. Na década de 1930, N. I. Vavilov e H. Harlan foram os pioneiros a alardear as perdas de diversidade genética de variedades tradicionais ou indígenas (*landraces*, *folkvarieties*, ou etnovariedades) em muitas partes do mundo (Brush, 2000). Neste sentido, principalmente na década de 1970, os esforços de coleta de germoplasma para incrementar coleções *ex situ* se intensificaram devido à crescente necessidade dos programas de melhoramento vegetal para ampliar as bases genéticas de cultivos, visando com isso o desenvolvimento de variedades comerciais e o resgate de variedades locais (Frankel, 1970; Harlan, 1995). Apenas nas décadas de 1980 e 1990, porém, foi intensificada a elaboração de estratégias que permitissem a conservação da diversidade genética pelos próprios agricultores (estratégias *on farm*) (Brush, 1991, 1995). No Brasil este tema destaca-se principalmente após a Conferência Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, ocorrida no Rio de Janeiro em 1992, a partir da qual intensificaram-se as discussões sobre a necessidade de reconhecimento dos direitos de propriedade intelectual e da diversidade que agricultores indígenas e tradicionais mantêm em seus campos de cultivo (Shiva, 1996).

I.6. Dinâmica evolutiva de espécies cultivadas

A importância da diversidade de espécies cultivadas tem sido objeto de estudos, tanto das ciências biológicas como sociais (Brush, 2000), porém ainda são escassos os estudos que procuram explicitar as interações homem-planta-ambiente. Nos últimos anos surgiram no Brasil linhas diferenciadas dentro do contexto da etnobiologia, preocupadas em entender os processos de co-evolução inerentes às relações homem-ambiente-planta cultivada (Martins, 1994; Martins, 2001). Esta linha está fortemente relacionada a uma perspectiva evolutiva, calcadas em abordagens teóricas representadas por Rindos (1984), Harlan (1992) e Salick (1995). A perspectiva destes estudos é a de entender o manejo agrícola no contexto das relações adaptativas entre homem e planta cultivada, e compreender os processos que estão atuando na evolução destes cultivos. Martins (1994) destaca que a integração de abordagens é fundamental, sendo que a dinâmica evolutiva destes sistemas agrícolas é melhor compreendida se estudadas as relações de manejo que influenciam os componentes de história vital das espécies. A principal característica de uma visão evolutiva, sobre os sistemas agrícolas tradicionais, é considerar as populações humanas não como repositórios de conhecimento e experiências passadas, mas como contexto para futuras adaptações (Harlan, 1992; Brush, 1995; Salick, 1995; Minnis, 2000).

Um exemplo desta abordagem é utilizada por Cury (1993). Estudando agricultores caiçaras e negros do Vale do Rio Ribeira de Iguape, este autor elaborou um modelo de dinâmica evolutiva para a mandioca, mostrando que o manejo agrícola por estas populações amplifica a diversidade de mandioca. Este modelo, revisto por Sambatti et al. (2001), explicita as relações da fase de abertura de roça com a germinação de sementes de mandioca armazenadas no banco de sementes, explicando em parte a diversidade intra-específica elevada, assim como a diversidade intravarietal (intraclonal) estudada por Peroni (1998). Este modelo tem sido reforçado por estudos em regiões distintas das américas e tem confirmado o papel de interação das atividades e ações humanas na amplificação de diversidade (Elias et al., 2001).

Ao longo do tempo, agricultores tradicionais, como os caiçaras, caboclos e caipiras, foram e ainda são responsáveis por alterar a estrutura genética de populações de uma espécie, selecionando plantas com características agronômicas, morfológicas ou ecológicas, em benefício próprio, seguindo uma característica que pode estar relacionada tanto ao

manejo de espécies individuais como de comunidades vegetais (Albuquerque, 1999; Clement, 1999a).

O número elevado de variedades, por si só, não expressa a riqueza de conhecimento agrícola acumulado pelas populações caiçaras. Tal conhecimento agrícola, inclui, também, outros aspectos tais como o conhecimento de seleção, de uso desta diversidade para diversas finalidades na alimentação, de ciclos naturais associados às exigências ambientais, da composição varietal em arranjos adaptativamente bem sucedidos, entre outras características (Peroni e Martins, 2000; Martins, 2001; Sambatti et al., 2001; Sanches, 2001).

Em termos de manejo agrícola, populações caiçaras, caboclas e quilombolas na região litorânea foram responsáveis por promover contínua adaptação e alteração de técnicas tropicais de cultivo. Para Dean (1996), os agricultores itinerantes atuais *“melhoraram as técnicas agrícolas, lenta mas continuamente e associações perspicazes entre cultivos melhoraram as safras, aceleraram o crescimento e reduziram infestações”*. Do ponto de vista do manejo agrícola, as populações caiçaras têm usado suas áreas de cultivo de maneira mais intensa se comparados a sistemas caboclos amazônicos (Begossi et al., 2001). Utilizando como parâmetro a relação do tempo de uso e de pousio, como proposto por Boserup (1965), estes autores demonstram que roças caiçaras têm sido utilizadas mais intensamente, principalmente pelo maior número de ciclos recorrentes de uma mesma área. No caso de populações caiçaras tal intensificação pode estar associada à redução de áreas disponíveis para o cultivo, ao contrário de processos de intensificação onde se espera por melhores e maiores produções (Netting, 1993).

Ford (2000) argumenta que a etnobotânica, especificamente, tem contribuído de duas maneiras distintas para a compreensão da agricultura. Primeiro, revelando os caminhos para a criação de plantas alteradas geneticamente para os propósitos humanos e, segundo, descrevendo e explicando os muitos caminhos diferentes pelos quais uma mesma espécie cultivada pode ser utilizada. Alguns destes caminhos são guiados por um desejo de maior renda, outros para produções sustentáveis, e outros ainda por propósitos especificamente culturais (Ford, 2000; Nazarea, 1998). Estratégias para conservação *in situ* e *on farm* de espécies cultivadas ainda são pouco ressaltadas no âmbito de Mata Atlântica.

Estas estratégias poderiam garantir tanto a continuidade de eventos evolutivos relacionados às plantas cultivadas, como a continuidade das populações humanas que as manejam.

A diversidade conservada pelo agricultor está sujeita a diferentes fatores e deve ser considerada como em estado dinâmico. As influências são de ordens diversas em constante mudança, sejam elas influências ecológicas ou humanas, determinando ao longo do tempo seu sucesso reprodutivo (Brown, 2000).

O conceito de domesticação de plantas está relacionado principalmente às ações humanas que determinam o grau de dependência das espécies em relação ao homem. Sendo assim, mudanças na estrutura genética de uma espécie cultivada estarão sendo constantemente influenciadas pelo manejo ao qual ela está submetida, ou pelas mudanças nas atividades agrícolas. Fatores de mudanças podem ser desde mudanças de preferências de mercado, influências ambientais, disponibilidade de áreas para plantio e abertura de novas roças, legislação que determina o acesso á áreas de floresta para derrubada e queima, entre outros fatores. Estes fatores isoladamente ou em conjunto podem determinar as estratégias de uso e subsistência.

I.7. Mandioca

O gênero *Manihot* consiste de 98 espécies que se distribuem da região central do México (33° lat. Norte) até o norte da Argentina (35° lat. Sul), concentrando-se nas regiões centro-oeste mexicana e centro-leste brasileira (Rogers e Appan, 1973; Olsen e Schaal, 1999; Allen, 2002). As espécies sul-americanas e centro-americanas basicamente não se sobrepõem, sendo que 80 das 98 espécies do gênero estão presentes na América do Sul. Todas estas espécies não dominam a vegetação nos seus locais de ocorrência, mostrando um padrão disperso, que deve ter sido acentuado após as condições climáticas do Pleistoceno tardio (Piperno e Pearsall, 1998). A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é a principal espécie cultivada do gênero. Há indícios que esta espécie tem interagido com o homem americano há 8000 anos, apesar de que os vestígios arqueológicos da espécie, que puderam ser datados, serem mais recentes, entre 4000 e 3000 anos (Ugent et al., 1986; Cooke e Piperno, 1993). De qualquer forma, ela de fato foi domesticada nas terras baixas sul americanas (Olsen e Schaal, 1999).

A nomenclatura atual reflete o entendimento da complexidade taxonômica da espécie. Assim, *Manihot esculenta* Crantz, atualmente é classificada como *M. esculenta* Crantz ssp. *esculenta*. sendo que *M. esculenta* ssp. *flabellifolia* (Pohl.) Cif. e *M. esculenta* ssp. *peruviana* (Müll.) Allem, são os progenitores selvagens que compoem, junto com a *M. esculenta* Crantz ssp. *esculenta*, o conjunto gênico primário. No mesmo conjunto gênico está *Manihot pruinosa* Pohl. considerada como o parente selvagem mais próximo no conjunto gênico primário, e de difícil separação morfológica de *M. esculenta* ssp. *flabellifolia* (Pohl.) Cif. (Allem, 2002). Apesar de no Brasil existirem entre 47 a 50 espécies do gênero *Manihot*, o conjunto gênico secundário é composto por apenas 13 espécies: *M. triphylla* Pohl., *M. pilosa* Pohl., *M. brachyloba* Müll., *M. anomala* Pohl., *M. epruinosa* Pax & K.Hoffm., *M. gracillis* Pohl., *M. tripartita* (Spreng.) Müll. Arg., *M. leptophylla* Pax & K.Hoffm., *M. pohlii* Wawra, *M. dichotoma* Ule., *M. aescutifolia* (Kunth) Pohl., *M. chlorosticta* Standl. & Goldman e *M. glaziovii* Müll. Arg. usada tradicionalmente no nordeste brasileiro para extração de latex para produção de borracha, e comum em muitos quintais na costa Atlântica (Allem, 1994 e 2002).

A mandioca é alimento básico para quase todas as populações rurais brasileiras, sendo historicamente manejada por praticamente todas as etnias indígenas e tradicionais no Brasil (Brochado, 1977). Apesar da espécie cultivada ser propagada vegetativamente, a diversidade se expressa num grande número de variedades. Hershey (1994) estimou em 7000 o número de variedades geradas durante o processo de domesticação da espécie.

I.8. (Etno)variedades⁵

A classificação de plantas cultivadas exhibe uma particularidade relacionada à acomodação da variabilidade intra-específica nos sistemas atuais de classificação (código botânico) referenciado pelo ICBN (*International Code of Botanical Nomenclature*) e pelo ICNCP (*International Code of Nomenclature for Cultivated Plants*) (Trehane et al. 1995 *apud* Hetterscheid, 1999). Para plantas cultivadas, Hetterscheid (1999) sugere, entre outras particularidades, uma taxonomia centrada no homem e não centrada na planta. Nestes

⁵ O termo “etnovariade” não tem relação direta com a classificação etnotaxonomica definida por Berlin (1973) e Berlin (1992). O termo é aqui utilizado para designar variedades intra-específicas de *Manihot esculenta*, identificadas localmente por uma nomenclatura específica. Designa um conjunto de indivíduos com alto grau de identidade genética intra-varietal, mas com graus distintos de diferenciação morfológica e genética entre variedades.

casos, para classificação de plantas cultivadas a influência humana seria fundamental, seja por ações conscientes ou inconscientes no processo de domesticação. Neste código é sugerido a mudança do uso do termo *taxon* (taxonomia) para *culton* (cultonomia) como unidade de classificação para plantas cultivadas (Hettterscheid, 1999). Um dos principais argumentos desta maneira de classificação é que cultivares não podem ser classificados hierarquicamente. As dificuldades em se justapor os dois códigos são variadas (Spencer, 1999). Entre elas está a complexidade genética da plantas cultivadas, resultante da manipulação direta ou indireta pelo homem (Culhan e Grant, 1999). Contrariamente ao que foi colocado por Trehane et al. (1995), muitas espécies cultivadas apresentam variação genômica hierarquicamente estruturada, como no caso de *Musa* seção *Musa*, corroboradas também pela classificação *folk* de suas variedades (Pickersgill e Karamura 1999).

Paralelo às discussões taxonômicas sobre a padronização de nomenclatura de plantas cultivadas, há consistentes formas de identificação e classificação executadas por populações tradicionais e indígenas. Berlin (1973; 1992) formulou as analogias entre o sistema Biológico, e sistemas de classificação *folk*, considerando como categorias análogas *Principiador Único* (Reino), *Forma de Vida* (Ordem ou Classe), *Intermediaria* (Classe ou Família), *Genérica* (Gênero) e *Específica* (Espécie).

A nomenclatura pode refletir a diversidade genética manejada de fato, apesar de Brush (1992) discutir que o caráter individualista, localizado e transitório da natureza dos nomes das variedades, que pode suscitar dúvidas sobre o uso dos nomes locais como ferramenta para medir diversidade. Uma variedade de mandioca pode corresponder a um único clone ou a indivíduos que compartilham semelhanças morfológicas e genéticas (Peroni, 1998; Elias et al., 2001; Emperaire, 2001; McKey et al., 2001). Suas características morfológicas e genéticas têm mostrado que as variedades de mandioca de fato apresentam consistência em nível intra-específico, estando estruturadas de acordo com as (etno) taxonomias locais desenvolvidas pelos agricultores (Boster, 1984; Boster, 1985; Peroni, 1998; Sambatti et al., 2001; Elias et al., 2001).

I.9. Diversidade genética de espécies cultivadas

O conhecimento da diversidade e da estrutura genética de populações de espécies cultivadas é essencial para práticas de conservação e manejo. O interesse no estudo das

variedades em termos de parâmetros genéticos relaciona-se diretamente com a descrição e quantificação da variabilidade genética, assim como com a determinação de como esta variabilidade está estruturada no espaço. Há diversos parâmetros genéticos usados para explorar e responder questões relacionadas à estrutura genética de populações de plantas. Assim, frequências alélicas e genotípicas, índices de fixação, taxa de cruzamento natural, tamanho efetivo populacional, grau de heterozigosidade média, e distâncias genéticas, são os principais parâmetros utilizados (ver Brown, 2000).

As estimativas de diversidade em nível genético levam em conta dois conceitos básicos relacionadas à noção geral de diversidade: riqueza e equitabilidade. A riqueza pode ser expressa no nível populacional como riqueza genotípica, ou seja, número de genótipos distintos. No caso de alelos em um simples locus gênico a noção de riqueza é expressa pela riqueza alélica (A), ou, os distintos alelos num dado locus na população ou amostra (Frankel et al., 1995). Neste contexto, a noção de equitabilidade reflete a variação entre as frequências alélicas, e uma estimativa bastante utilizada, dentre outras existentes, é o coeficiente de diversidade gênica proposto por Nei (1973). Este coeficiente estima a probabilidade de dois gametas escolhidos ao acaso da população ou da amostra diferirem num dado locus.

Diferentes modelos teóricos e parâmetros genéticos tem sido desenvolvidos e utilizados para se estudar o arranjo da diversidade tanto dentro como entre populações. Pode-se destacar o uso de estatísticas F de Wright (Wright, 1965), o uso de G_{ST} de Nei (1973) e R_{ST} de Slatkin (1995). O uso destes diferentes modelos e parâmetros vai depender de diversos fatores: dos objetivos da pesquisa, do tipo e tamanho amostral, do número de alelos por loco, das forças evolutivas envolvidas como seleção, mutação, migração, e deriva genética, assim como do sistema reprodutivo dos indivíduos avaliados, e dos marcadores genéticos utilizados (Weir, 1990).

A determinação da estruturação da variabilidade no espaço têm sido muito explorada principalmente em estudos com populações naturais (Weir, 1996; Young, et al., 2000). No Brasil estes estudos tem se concentrado principalmente em espécies arbóreas para finalidades de conservação (Kageyama et al., 2001). No caso de espécies cultivadas, a determinação de parâmetros genéticos populacionais têm sido pouco explorado no contexto de conservação *in situ*, ou *on farm* (Brush, 2000).

I.10. Níveis de organização da diversidade cultivada

A conservação de variedades locais (etnovariedades) de espécies cultivadas, envolve questões diversas quanto à unidade de diversidade que se considera nas análises. Genes, indivíduos (no caso de espécies de propagação vegetativa) e variedades, são contextualizados em termos de sua distribuição no espaço. Medidas de diversidade muitas vezes são de difícil comparação pois levam em conta unidades ou escalas diferentes de análise como por exemplo "grupo linguístico", "tribo", "comunidade", e "roça" (Emperaire, 2001). Esta heterogeneidade metodológica pode levar a interpretações errôneas quando considerados o manejo de diversidade entre locais diferentes e mesmo dentro dos locais estudados.

O principal foco de análise no âmbito da conservação de diversidade cultivada é fortemente influenciado por questões ecogeográficas (Zimmerer, 1998). O contexto espacial mais difundido quanto à conservação de variedades tradicionais (etnovariedades), está relacionado à campos de cultivo locais (Harlan, 1975; Brücher, 1989). Do ponto de vista ecogeográfico isso corresponderia ao que se chama de adaptação a "grão fino" onde cada variedade local estaria restrita a distintos microhabitats (Zimmerer, 1998). A organização da diversidade em nível regional ou mesmo em escalas maiores de organização começou a ser revista pelas novas abordagens relacionadas ao conceito de metapopulações. Mesmo havendo certa confusão de terminologia, pois alguns geógrafos considerarem metapopulações "como grupos interconectados de espécies e subespécies" (*sic*) (Zimmerer, 1998), a questão fundamental é a mudança de paradigma quanto a versatilidade ecológica, levando em consideração o papel da integração de diferentes escalas espaciais de manejo, que influenciam a conservação de diversidade cultivada (Zimmerer e Douches, 1991; Epperson, 1993)

I.11. Metapopulações

Um dos modelos tanto genéticos como ecológicos que pode ajudar a entender a dinâmica do sistema agrícola é o modelo de metapopulações. É conhecido genericamente como o modelo de populações interconectadas, ou também como modelo de "população de populações" (Wright, 1931; Levins, 1970). Atualmente, segundo Hastings e Harrison

(1994), o conceito de metapopulações pode ser melhor definido como “qualquer conjunto de populações co-específicas conectadas por dispersão”.

Na ecologia, Levins (1970) formulou o chamado “modelo clássico” onde conjuntos de demes, subpopulações, ou populações locais, consideradas transitórias, devem persistir através de um balanço entre extinção local e recolonização. Na genética Wright (1931), forneceu o primeiro *insight* sobre o assunto, com a teoria da equilíbrio instável (*shifting balance theory*), porém foi Slatkin (1977) quem introduziu o conceito de metapopulação na genética de populações (Giles e Goudet 1997).

Segundo Lewis (1970), numa estrutura de metapopulações, populações locais estão interligadas por imigração e emigração. Segundo Gotelli (1995), esta interconexão considera o movimento potencial de indivíduos entre locais, importante para a persistência e sobrevivência das populações. Neste modelo faz-se uma distinção entre extinção local, na qual uma simples população desaparece, e extinção regional, na qual todas as populações do sistema morrem. Segundo Hanski (1997), mesmo se as populações são conectadas por migração, o risco de extinção regional é muito menor que o risco de extinção local. O modelo de metapopulações incorpora conceitos utilizados pela genética, para explicar o fato de muitas espécies terem populações interligadas por recorrentes trocas causadas por migração, contextualizadas em termos de fluxo gênico e isolamento genético (Giles e Goudet 1997). Segundo Slatkin (1985), fluxo de genes é um termo coletivo que inclui todos os mecanismos que resultam no movimento de genes entre populações, e quando associados ao estudo de taxas de cruzamento traz uma perspectiva dinâmica aos estudos de estrutura genética de populações (Reis, 1996).

O conceito de metapopulações, aplicado à plantas cultivadas, reflete importantes avanços para o conceito de desenvolvimento sustentado, relacionado à diversidade de cultivos agrícolas, pois requer atenção especial para a questão de escala (Zimmerer, 1998). Utilizando o conceito de metapopulações para espécies e variedades locais de batata (*Solanum* spp.), Zimmerer (1998) mostra que tanto numa escala local, em nível de unidades familiares, até uma escala regional, existe adaptação a uma amplitude de condições ambientais, graças ao fato das espécies, subespécies e variedades locais estarem interconectadas pelas redes de troca das populações humanas. Segundo este autor, o conceito de metapopulações permite analisar as variedades locais de batata como um

sistema aberto ao invés de geneticamente isolado, no qual poderiam ser criadas variedades especializadas às condições específicas. Louette (2000), analisando raças locais de milho entre as comunidades indígenas em Cuzalapa, Peru, mostra como os processos de perda de variedades e, extinção local, são compensadas pelas trocas de variedades entre agricultores, que agem analogamente ao processo de colonização. Segundo Louette (2000), as perdas e as trocas são processos análogos à extinção e à colonização de sub-populações. Para Zimmerer (1998), o conceito de metapopulações indica um novo paradigma, que explicita a relação recíproca da diversidade biológica com as técnicas de manejo agrícola, mostrando que estas técnicas são tanto causa como efeito da versatilidade ecológica destes cultivos. Analisando os estudos de Salick (1997), Zimmerer (1998) considera que para mandioca podem existir raças locais especializadas, principalmente quanto à variação de altitude. Segundo autor, o isolamento de unidades familiares na região Amazônica, restringindo fluxo de sementes (genes), pode ajudar a produzir e manter esta diferenciação eco-genética.

O conceito de metapopulações é considerado o conceito que melhor expressa a união da abordagem da ecologia de populações com a genética de populações (Husband e Barret, 1996). Entretanto, esta “união” de abordagens ainda esbarra na visão “individual” por parte dos ecólogos e “alélica” por parte dos geneticistas, o que torna relativamente diferente as abordagens quanto à estrutura populacional (Silvertown, 1991). Além disso, apesar de conceitos-chaves para a genética, como efeito de fundação, deriva genética, fluxo gênico, tamanho efetivo populacional e organização hierárquica da diversidade assumirem populações espacialmente estruturadas, na ecologia de populações a estrutura espacial foi por muito tempo ignorada (Silvertown, 1991). Segundo este autor, a dificuldade em estudar migração entre populações locais, além da dinâmica de colonização e extinção, estaria nas dificuldades práticas em se estimar dispersão, fazendo com que os estudos de ecologia de populações se concentrem em escalas pequenas de análise, tratando partes diferentes de populações como réplicas ou como entidades separadas, não como unidades potencialmente interdependentes.

I.12. Modelo de estudo

Um dos aspectos dos estudos sobre dinâmica evolutiva de espécies cultivadas é justamente a integração de escalas de análise.

A Figura 1 ilustra o contexto de coleta de informações em diferentes níveis amostrais. Neste esquema, apresentado por Martins (2001), é possível compreender e acomodar diferentes perguntas e uso das técnicas discutidas, não considerando, porém, os níveis como excludentes, mas inter-relacionados hierarquicamente.

A roça está inserida numa estrutura organizada em níveis sucessivos de complexidade (Martins, 2001). Assim, este esquema permite, por exemplo, estudar a organização da diversidade de variedades de espécies entre regiões geograficamente distintas, onde cada região consiste de um conjunto de comunidades humanas. No contexto das comunidades estão inseridas as roças que cada família maneja. Neste esquema, a “região” é considerada a unidade geográfica, ou seja, onde pode acontecer fluxo de gens a partir de trocas de variedades a grandes distâncias; as “comunidades” compreendem as “unidades culturais” onde, definidas ainda pelo comportamento humano, podem ocorrer trocas em distâncias menores; e o nível “roça” compreende a unidade onde ocorrem os eventos micro-evolutivos (Martins, 2001). Este mesmo modelo, entretanto, pode ser compreendido de outra maneira, por exemplo, na organização e estruturação de perguntas e métodos quanto ao manejo da paisagem e manejo da diversidade em estudos comparativos: a “unidade geográfica” pode conter os elementos de diferenciação biofísica, a “unidade cultural” pode conter os elementos que permitem compreender as especificidades tanto de manejo da paisagem pelas comunidades humanas como no uso da diversidade cultivada, e a “unidade biológica” pode remeter para as questões sobre os eventos micro-evolutivos.

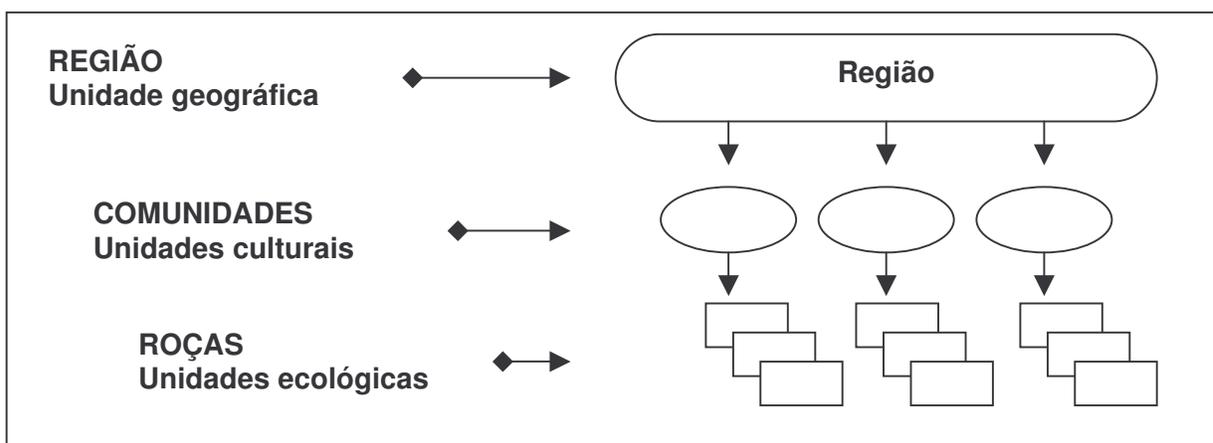


Figura 1. Esquema hierárquico de coleta de variedades para fins de análise de estrutura genética da diversidade cultivada, assim como de integração de escalas de estudo (baseado em Martins, 2001, com modificações).

II. Objetivos

O objetivo geral da tese é analisar os fatores que têm influenciado a conservação, a perda e a amplificação de diversidade de espécies cultivadas, tendo com modelo a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). A atividade agrícola itinerante servirá como base para análise das relações entre homem, planta, e ambiente, lançando mão para isso de uma abordagem interdisciplinar. Para analisar estas relações, os objetivos específicos foram:

- a) Analisar as características do manejo local agrícola caiçara no âmbito da agricultura itinerante (de coivara),
- b) Comparar as roças itinerantes caiçaras às roças caboclas a partir de parâmetros edáficos.
- c) Analisar as mudanças nas áreas de uso agrícola nos últimos 30 anos sob o aspecto da cobertura vegetal.
- d) Analisar a diversidade de variedades cultivadas de mandioca quanto às características morfológicas e genéticas, e sua estruturação no espaço.
- e) Conhecer e comparar a diversidade de variedades de mandioca cultivadas por populações caboclas amazônicas, à diversidade cultivada por populações caiçaras.
- f) Analisar os fatores de perda, conservação e geração de diversidade varietal de mandioca entre os caiçaras

Os capítulos foram organizados como subdivisões de cada objetivo. No primeiro capítulo é feita uma caracterização e descrição da amostra de agricultores estudados, assim como do uso dos solos das roças itinerantes. As amostras de solos das roças caiçaras da região do complexo estuarino-lagunar de Iguape-cananéia e Ilha Comprida, na Mata Atlântica, são também comparados aos solos de roças caboclas, manejadas na região do baixo e médio Rio Negro, na Amazônia. Este capítulo trata especificamente do contexto local do manejo de roças e visa uma descrição geral dos ambientes de cultivo sob o contexto edáfico. O segundo capítulo trata do contexto regional das mudanças da cobertura vegetal nas áreas de uso agrícola tradicional na região do litoral sul de São Paulo. Com uma abordagem centrada na análise de mudanças espaciais e temporais, são analisadas imagens de satélite entre os anos de 1975 e 1999. O terceiro capítulo analisa o contexto regional do manejo de espécies e variedades de espécies cultivadas por agricultores caiçaras. Visa discutir o contexto amplo da conservação, assim como das perdas de variedades cultivadas,

ou de erosão genética. A mandioca é analisada como parte do manejo geral das variedades e espécies cultivadas pelas populações caiçaras. No quarto capítulo são analisadas as características morfológicas das variedades de mandioca. São avaliados os principais critérios de identificação de variedades usados pelos caiçaras. Neste capítulo é analisado também o fluxo de variedades entre agricultores com base na localização das variedades no espaço. No quinto capítulo a análise da diversidade das variedades de mandioca é aprofundada, sob o aspecto da diversidade genética. Utilizando uma abordagem da genética de populações, é avaliado como a diversidade está distribuída e estruturada no espaço. Neste capítulo são analisados tanto os fatores de conservação genética, como de amplificação da diversidade intra-específica da espécie. No sexto capítulo, alguns fatores de interação entre o manejo itinerante e componentes da história vital da espécie são analisados. Alguns processos evolutivos de amplificação de diversidade de mandioca, são discutidos.

A abordagem utilizada neste estudo envolve então um arranjo de conceitos ligados tanto à domesticação de plantas, de manejo da paisagem, como de influências sócio-econômicas e ambientais sobre o uso da diversidade cultivada (Figura 2).

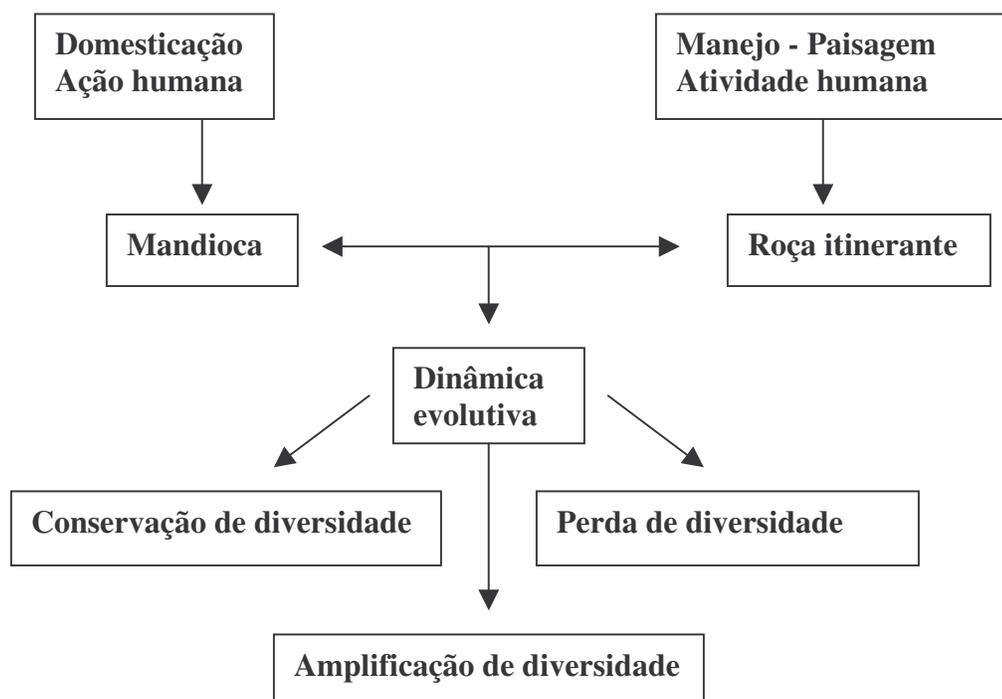


Figura 2. Diagrama esquemático das relações dos temas da abordagem utilizada na tese.

III. Área de estudo e seleção das comunidades

III.1. Mata Atlântica – Vale do Ribeira/SP

O foco principal do estudo situa-se na região sul do estado de São Paulo, conhecido como complexo estuarino-lagunar de Iguape-Cananéia. Este complexo integra a baixada sedimentar do Vale do Rio Ribeira de Iguape e localiza-se entre as latitudes $24^{\circ}40'S$ e $25^{\circ}10'S$ e entre as longitudes $47^{\circ}20'W$ e $48^{\circ}05'W$, nos municípios de Iguape, Ilha Comprida e Cananéia (Figura 3).

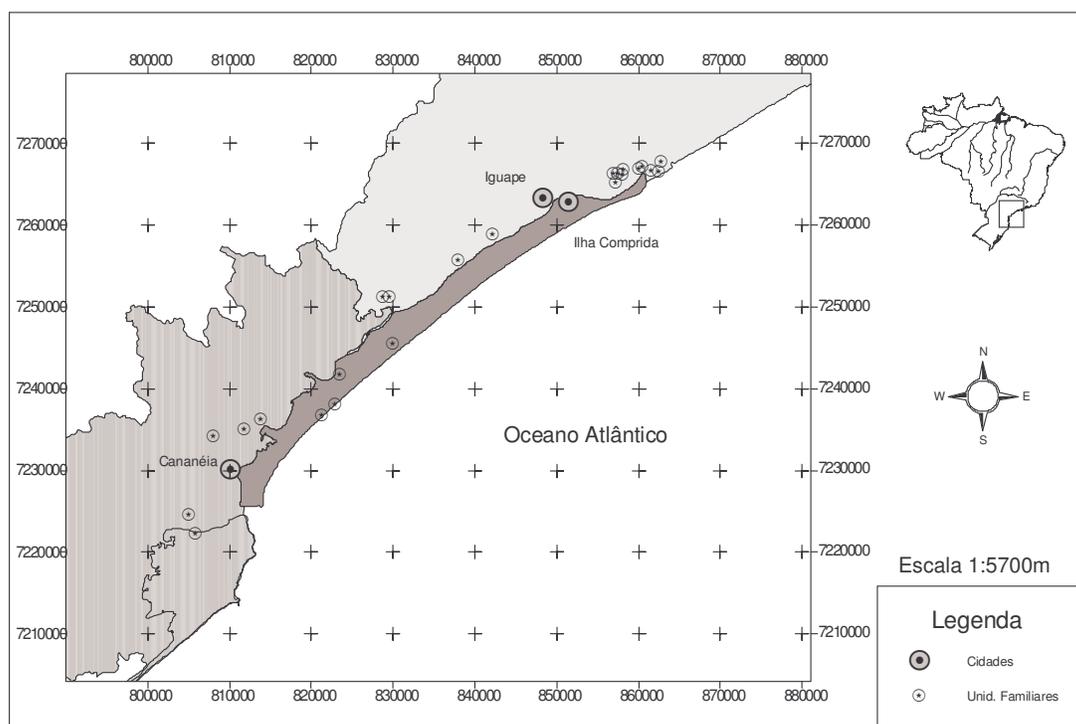


Figura 3. Localização da área de estudo na região do Vale do Ribeira/SP.

O local de estudo compõe-se de três ilhas: Cananéia, Iguape e Ilha Comprida, com formações rochosas antigas predominando, entretanto, depósitos sedimentares recentes (Sugiuo e Tessler, 1992). A região de Cananéia e Iguape delimita-se a NE e SW por

pontões do embasamento cristalino que avançando pelo oceano adentro, perfaz em uma superfície de quase 2500 km² (Martin e Suguio, 1978). A ilha de Cananéia, com exceção do Morro de São João com 120m de altitude e 82 milhões de anos, e um afloramento de rocha cristalina pré-cambriana na ponta da Aroeira, é constituída por sedimentos do quartenário. A Ilha Comprida apresenta apenas uma pequena elevação com 40m de altitude, sendo exclusivamente arenosa, com 3 a 5 km de largura, e cerca de 70km de comprimento. Segundo Suguio e Martin (1978), a ilha cresceu rumo ao norte em direção a Iguape apenas há 5100 anos a.p. (antes do presente) tendo algumas áreas formadas há 3500 a.p. Ela é separada do continente por uma laguna conhecida como mar Pequeno, que se subdivide formando os mares de Cubatão ao sul e Cananéia. A ilha de Iguape é artificial tendo sido originada pela abertura de um canal de ligação entre o mar Pequeno e o Rio Ribeira de Iguape no ano de 1832, conhecido como Valo Grande.

A ilha de Iguape é constituída basicamente por colinas de rochas pré-cambrianas circundadas por depósitos quarternários. Os rios desta região apresentam-se suaves na planície sendo influenciados pelo mar a montante de sua foz por distâncias de até duas dezenas de quilômetros da linha da costa. O Rio Ribeira de Iguape ainda desempenha e desempenhou um papel muito importante nos processos evolutivos geológicos locais principalmente durante o quaternário, pois é o único que apresenta influência continental até bem próximo a foz (Martin e Suguio, 1978). Outra característica importante da região é a presença de registros de ocupação humana antiga, representados pelos sambaquis. Sambaquis são amontoados de conchas de mariscos, mexilhões e ostras acumuladas pelo homem pré-colombiano durante séculos (Prous, 1992). Os sambaquis mais recentes foram abandonados 400 anos antes da chegada dos portugueses. Entretanto, o sambaqui mais antigo foi datado em 8000 anos, sendo possível haver sambaquis mais antigos abaixo do nível do mar (Dean, 1996). Julga-se que a linha de maré deveria ser um limítrofe para sua construção, ou seja, eles estariam próximos ao mar e nunca submersos (Suguio e Tessler 1992). Eles teriam sido construídos em períodos de extensão e ocupação dos níveis marinhos muito superiores ao nível atual. São encontrados sambaquis a 30km da linha atual da costa, assim, baseando em datações de sambaquis e nas características da morfologia geológica local, Suguio e Martin (1978) sugerem que o nível do mar estaria há 5100 anos atrás a aproximadamente 3,5m do nível atual. Assim, tanto as formações vegetacionais

como os solos da região sedimentar estão influenciadas por formações geológicas e geomorfológicas de origem recente. Na região predominam solos arenosos, pobres em matéria orgânica, com baixa aptidão agrícola, e do tipo podzol-hidromórfico (Hernani et al., 1987; São Paulo, 1990).

O clima da região é caracterizado como subtropical úmido com temperaturas médias anuais de 21°C e 22°C, não havendo período seco definido e com a precipitação média anual variando de 1700mm a mais de 2200 mm (São Paulo, 1990; Schaeffer-Novelli et al., 1990). A vegetação predominante pertence ao domínio da Floresta Atlântica, principalmente quando considerada a vegetação de meia encosta e encosta, caracterizando-se pela Floresta Ombrófila Densa. Porém os ambientes de baixada, ou sedimentação, compõem-se de vários sub-tipos vegetacionais como a vegetação pioneira de dunas, floresta de restinga, floresta de planície litorânea, floresta de transição, mata paludosa, mata paludosa de solo orgânico, mata paludosa de solo turfoso, brejo, brejo de restinga e formação Ilha Comprida (São Paulo, 1990; Kirizawa et al., 1992).

Esta região é considerada relativamente preservada, abrigando 2,8% da população humana litorânea do estado de São Paulo (São Paulo, 1992).

Foi estabelecida uma amostragem sistemática apenas dos agricultores que são moradores na região há mais de uma geração (mínimo de 25 anos), que utilizavam técnicas itinerantes de cultivo, e que fizeram roça nos últimos 5 anos, estabelecendo assim limites na amostragem e restringindo o universo da amostra ao tipo de sistema de cultivo e grupo humano. Esta limitação também foi previamente estabelecida para possibilitar o controle de outras variáveis como a mão de obra familiar empregada na atividade, tipo de cultivo polivarietal, manejo do solo (não inclui insumos), ciclo agrícola predominantemente anual, e as áreas agrícolas são roças fertilizadas pelas cinzas da queima de biomassa. Em visitas prévias (Peroni, 1998; Peroni, 2000; Hanazaki, 2001) foram obtidas informações sobre agricultores ainda cultivadores com técnicas itinerantes, assim como de antigos agricultores. Em todas as comunidades estudadas, com exceção de Aquários em Iguape, e Porto Cubatão em Cananéia, foram obtidas informações por indicação, ou seja, cada novo agricultor incluído na amostra indicava um outro. Nesta metodologia conhecida como “bola de neve” (Bernard, 1995), quando novos agricultores não indicavam nenhum agricultor

diferente dos já incluídos na amostra, esta então era concluída. Este tipo de amostragem foi utilizada pelas dificuldades de se encontrar agricultores que se declarem “itinerantes”, sendo recomendada para estudos de populações pequenas, e “difíceis de achar” (Bernard, 1998). Apesar de suas vantagens, ela não é uma amostragem propabilística. Visitas recorrentes a campo corrigiram possíveis desvios na amostragem. Foram também visitadas as Secretarias de Agricultura das cidades de Cananéia e Iguape, para coleta de informações sobre agricultores itinerantes, assim como na casa paroquial de Cananéia.

A escolha da área de estudo foi determinada pelos seguintes fatores: a) presença de agricultores itinerantes; b) área de conflito entre conservação e uso (*Hot Spot* – Mata Atlântica); c) Continuidade de linha de pesquisa (Martins, 1994; Peroni, 1998; Martins, 2001)⁶.

Assim, foram analisadas 33 unidades familiares de agricultores itinerantes pertencentes a 17 comunidades, ou bairros rurais, situadas no litoral sul do Estado de São Paulo, entre os municípios de Cananéia, Ilha Comprida e Iguape (Tabela 1).

Tabela 1. Municípios e comunidades incluídas neste estudo.

Município	Comunidade
Iguape	Aquários, Vila Nova, Praia do Leste, Icapara,
Cananéia	Sorocabinha, Ilha Grande, Subaúma, Porto Cubatão, Itapitangui, Prainha, São Paulo Bagre, Agrossolar, Sítio Cardoso,
Ilha Comprida	Papagaio, Juruvaúva, Pedrinhas, Ubatuba.
Total	17

Com a finalidade de comparar alguns aspectos do manejo de variedades, entre Mata Atlântica e Rio Negro, assim como dos solos utilizados para agricultura itinerante, foi incluída uma amostragem na região do médio e baixo Rio Negro (AM)⁷. (Figura 4).

⁶ Inserido também no projeto temático: “Floresta e Mar: Usos e Conflitos no Vale do Ribeira e Litoral Sul, SP” (processo FAPESP 97/14514-1, junto ao Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais (NEPAM)/UNICAMP sob coordenação da Dra. Alpina Begossi e da Dra. Lúcia da Costa Ferreira; e também inserido no projeto de pesquisa “Diversidade genética e manejo de espécies de Mata Atlântica” (processo FAPESP 2001/14185-5), junto ao Laboratório de genética e reprodução de espécies arbóreas (LARGEA)/ESALQ/USP, sob coordenação do Prof. Dr. Paulo Y. Kageyama.

⁷ Associado ao projeto: “Uso de recursos aquáticos e vegetais no Rio Negro” coordenado por Alpina Begossi e financiado pela FAPESP (98/16160-5) - Manaus/Novo Airão/Barcelos, AM, setembro de 2000.

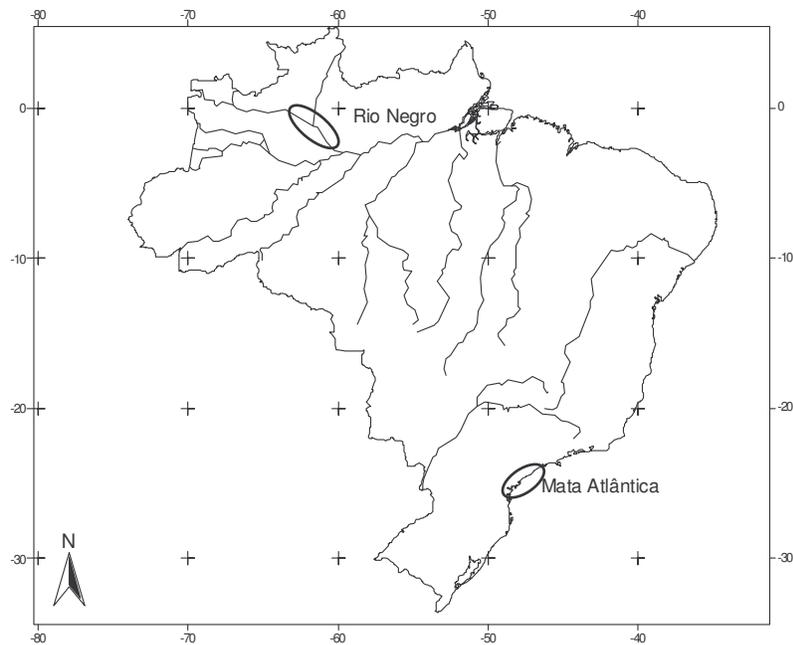


Figura 4. Localização geográfica das áreas de estudo nas regiões da Mata Atlântica (SP) e do Rio Negro (AM). Escala 1:1000km.

III.2. Amazônia – Rio negro/AM

Apesar da distância geográfica, tanto caboclos como caiçaras têm sua origem influenciada pelas culturas ameríndia, européia e africana (Wagley, 1976; Mussolini, 1980), mantendo ampla dependência no uso de recursos naturais (Begossi et al., 2001).

Na região amazônica concentra-se uma alta diversidade biológica e cultural. Em termos da origem das espécies cultivadas na região, o número de espécies manejadas anteriormente ao descobrimento (1492) pode ter sido ainda muito maior que o conhecido atualmente (Clement, 1999b). Mesmo assim, 79 (57%) das 138 espécies cultivadas ou manejadas nas terras baixas da região norte da América do Sul, provavelmente, se originaram na Bacia Amazônica, e outras 37 (27%) se originaram de regiões adjacentes às

terras baixas sul-americanas, o que representa 45% das espécies cultivadas originadas nas Américas (Clement, 1999a). Esta elevada diversidade de espécies se soma à diversidade intra-específica de espécies cultivadas, decorrente da interação histórica das espécies com as populações humanas amazônicas (Emperaire e Pinton, 2001). Incluídos neste contexto estão os caboclos e ribeirinhos amazônicos, tais como os habitantes nativos da região das margens do Rio Negro e afluentes.

O Rio Negro faz parte da Amazônia Central, tendo como florestas dominantes a Floresta de Igapó e a Floresta de terra firme (Hueck, 1972). Florestas de terra firme incluem florestas que não ficam inundadas periodicamente, ao contrário das Florestas de Igapó que sofrem alagamentos sazonais (Oliveira, 2001). Apesar dos muitos outros tipos de florestas, e da alta diversidade de espécies, estas são mantidas por solos de baixa fertilidade (Oliveira, et al. 1999). Conhecido pela sua fertilidade limitada, na bacia do Rio Negro encontram-se solos arenosos, ácidos, fortemente lixiviados e com alto potencial de erodibilidade (Moran, 1990). A fertilidade destes ambientes é garantida principalmente pela incorporação de matéria orgânica, decomposta da biomassa acumulada na serapilheira, mas também pela retenção de nutrientes das chuvas (Stark e Jordan, 1978).

A área de estudo inclui a região entre o município de Ponta Negra, nas imediações de Manaus, até as proximidades de Moura, no Rio Unini, a sudeste do município de Barcelos. Estes municípios estão entre os mais antigos da região estudada (Silva, 2003) e localizam-se numa região com uma estação úmida de 8 a 9 meses de duração, com temperatura médias, nestes meses, superiores à 23,5°C (Cochrane e Sánchez, 1982).

Como objetivo comparativo, foi executada uma amostragem de variedades de mandioca num conjunto de 33 unidades familiares de agricultores, de 8 comunidades na região do baixo, médio, e adjacências do alto Rio Negro: Cachoeira do Paricatuba, Saracá, Terra Preta, Aracari, Bom Jesus do Puduari, Sto. Elias, Castanho, e Lago das Pedras. Todas estas comunidades situam-se na margem direita do Rio Negro e no baixo Rio Unini. (entre as coordenadas geográficas: 2°22'262"N/61°05'152"O, e 1°38'425"N/61°41'117"O).

CAPÍTULO 1

CARACTERÍSTICAS DAS POPULAÇÕES HUMANAS E DO USO LOCAL DAS ROÇAS UTILIZADAS PARA AGRICULTURA DE COIVARA.



1.1. Introdução

Os métodos de cultivo utilizados pelos caiçaras remontam ao período pré-colonial e estão relacionados às técnicas de cultivo de coivara, ou de corte e queima. A agricultura de corte e queima foi a principal atividade agrícola no passado até a primeira metade do século XX (Schmidt, 1958; Dean, 1996). Atualmente a agricultura caiçara, baseada em técnicas de cultivo de coivara, estão relacionadas à subsistência, sendo as atividades pesqueiras as principais atividades econômicas (Hanazaki et al. 2003). Apesar dos caiçaras não usarem um modo de produção agrícola que desponta economicamente, a representatividade das técnicas mantidas por estas populações humanas reforçam sua conotação histórica, fortemente relacionada ao modo de cultivo do homem americano. A principal técnica utilizada por agricultores ameríndios e tradicionais no Brasil é a agricultura de coivara, ou itinerante *sensu lato*, sendo esta uma técnica tradicional preponderante nos trópicos e neotrópicos (Moran, 1990; Wood e Lenné, 1997). A literatura a respeito de agricultores pré-industriais e de agricultura nas terras baixas americanas é extensa, e de maneira geral procura explicar as origens da agricultura e as estratégias adaptativas que levaram os povos americanos aos estágios atuais de uso do ambiente tropical (Piperno e Pearsall, 1998). A agricultura itinerante, neste contexto, é a técnica mais discutida. Este tipo de agricultura refere-se a um modo de cultivo onde o período de uso é inferior ao período de pousio ao qual o ambiente de cultivo é submetido. Está intimamente ligada ao histórico de uso de florestas neotropicais e tropicais e é dependente do processo de queima de biomassa vegetal para garantir fertilidade às culturas através da incorporação de nutrientes presentes nas cinzas.

Esta fase de queima da vegetação, como um componente quase obrigatório dentro do sistema agrícola, tem gerado discussões polarizadas, principalmente pela crescente preocupação com a conservação de recursos florestais, como a Amazônia e a Mata Atlântica. Pela necessidade de supressão da cobertura vegetal, esta técnica agrícola tem sido apontada como uma das principais responsáveis pelo desmatamento (Myers et al., 2000). Entretanto, como apontado por Fox et al. (2000) e Wood e Lenné (1997), as análises sobre uso do corte e da queima de vegetação têm sido discutidas em contextos diferentes, muitas vezes contraditórios. Sob o mesmo termo (“agricultura itinerante”) têm sido apontados diferentes sistemas agrícolas, muitos dos quais complexos e ajustados aos

ambientes utilizados, e muitos deles em desajuste e de fato trazendo conseqüências negativas aos ambientes onde estão inseridos. O uso local (tradicional) do sistema agrícola, o qual ocorre em áreas limitadas, pouco intensificado no uso das áreas de cultivo, e que apresenta ciclos regulares de uso e pousio, tem sido confundido com práticas simples de uso e abandono de áreas cultivadas (Fox et al., 2000; Kleinman et al., 1995). Conklin (1961) já apontava as diferenças entre diversos sistemas agrícolas que erroneamente eram e, em alguns casos, ainda são, designados como “agricultura itinerante”, e já apontava para as diferenças entre situações nas quais as áreas utilizadas para o cultivo são abandonadas, e as situações nas quais estas áreas são deixadas em pousio. Posteriormente os trabalhos de Brookfield e Padoch (1994), Denevan e Padoch (1987) e Denevan et al. (1984), mostraram que “a fase de pousio é uma fase em regeneração que os agricultores usarão no futuro” (Brookfield e Padoch, 1994), com aproveitamento contínuo de espécies que ocupam áreas antigas de cultivo no processo de sucessão secundária. No caso dos Bora na Amazônia peruana, Denevan e Padoch (1987) provaram que as espécies de sucessão secundária serviam não apenas como um repositório de nutrientes para futuras queimas, mas como culturas secundárias e como plantas úteis indiretamente manejadas. Como destacado por Brondízio e Siqueira (1997), estes estudos foram fundamentais para compreender as diferenças teóricas e práticas do pousio e do abandono, e formaram a base para uma nova dimensão para a categorização de estágios de intensificação de sistemas de cultivo tradicionais. Foram também importantes para se entender a chamada “invisibilidade da colheita” (Brondízio e Siqueira, 1997). Fatores como estes fazem com que a “agricultura itinerante”, ou agricultura de coivara, seja um termo generalizado e que se conheça pouco a respeito dos aspectos dinâmicos, históricos e específicos dos sistemas itinerantes no Brasil.

A compreensão das estratégias de cultivo e da dinâmica destes sistemas agrícolas permite entender como e por que o homem interagiu e continua a interagir com o ambiente tropical, sendo um contexto para futuras adaptações de espécies (Martins, 2001), ou mesmo para processos coevolutivos entre o homem e as plantas cultivadas (Clement, 1999; Harris, 1989; Rindos, 1984). É importante ressaltar que os conhecimentos e as populações humanas são diversificados e dinâmicos e estão constantemente se adaptando (Oldfield e Alcorn, 1987; Padoch e DeJong, 1992).

1.2. Objetivos

Tendo em vista as relações intrínsecas das populações caiçaras com os recursos locais, o objetivo geral deste capítulo é caracterizar o contexto local do manejo de roças, e fazer uma descrição geral dos ambientes de cultivo. As amostras de solos das roças na região do complexo estuarino-lagunar de Iguape-Cananéia e Ilha Comprida, na Mata Atlântica, serão comparados aos solos de roças caboclas, manejadas na região do baixo e médio Rio Negro, na Amazônia. Os objetivos específicos:

- a) Caracterizar e descrever a amostra de agricultores itinerantes incluídos no estudo.
- b) Avaliar a fertilidade, o uso de diferentes áreas de cultivo e o conhecimento associado aos solos .
- c) Analisar as diferenças entre solos de roças da Mata Atlântica (Vale do Ribeira) e da Amazônia (Rio Negro).

1.3. Material e métodos

1.3.1. Caracterização da atividade agrícola e das populações envolvidas no estudo.

É importante destacar que no primeiro contato como os informantes foram expostos os objetivos e finalidades da pesquisa, a origem dos entrevistadores, e o destino das informações. Em todos os casos a pesquisa se desenvolveu apenas após esclarecimento de dúvidas e da anuência dos entrevistados. Em nenhum caso houve recusa em disponibilizar informações, e a pesquisa se desenvolveu num ambiente de confiança entre as partes.

Foram utilizadas ferramentas de pesquisa etnográfica como roteiros de entrevista, questionário semi-estruturado, entrevistas informais e observação participante (Apêndice 1)⁸ (Vertler, 2002; Bernard, 1995). Como parte deste último método foram consideradas as atividades de convivência nos períodos de trabalho de campo, incluindo atividades de preparo e cultivo de roças, e preparo de farinha de mandioca (farinhadas).

Nos bairros de São Paulo Bagre, município de Cananéia, e Pedrinhas, município de Ilha Comprida, pode ser feito um detalhamento maior das atividades dos agricultores atuais, e do histórico familiar relacionado a agricultura. Estas duas comunidades foram escolhidas

⁸ Informações sócio-econômicas detalhadas deste dois bairros podem ser obtidas em Hanazaki (2001).

em função da facilidade de acesso, pelo contraste no uso de recursos (Hanazaki, 2001) e por ter sido as comunidades escolhidas para desenvolvimento de diversos sub-projetos associados ao projeto temático “Floresta e Mar”, visando estudos integrados de ecologia humana e teoria de conflitos (ver também o capítulo 3). Na comunidade de São Paulo Bagre foram feitas 25 entrevistas em 17 residências (100% das famílias), e em Pedrinhas foram feitas 36 entrevistas em 33 casas, totalizando neste bairro aproximadamente 50% do total de famílias locais (Hanazaki, 2001). Foi usado como critério para esta amostra, a escolha de 1/3 dos moradores locais. Assim, escolhia-se uma, a cada três casas, para integrar a amostra (Hanazaki, 2001).

No início de 1999 foram feitas viagens de reconhecimento da área de estudo. Entre junho de 1999 a setembro de 2000 foram executadas viagens mensais de 5 dias em média, totalizando 90 dias de campo para as entrevistas relacionadas à caracterização do manejo agrícola, das espécies e variedades cultivadas, e para coleta de solos. Estas entrevistas foram complementadas em viagens a campo feitas durante os meses de abril e maio de 2001 (30 dias); outubro e novembro de 2001 (15 dias), e entre março e abril de 2002 (15 dias). Portanto ao todo foram 150 dias de campo entre os meses de junho de 1999 e abril de 2002.

Todos os agricultores foram visitados mais de uma vez, e todas as roças cultivadas no período foram mapeadas através de GPS (Sistema de Posicionamento Geográfico), para a caracterização espacial das roças e análise das mudanças temporais e espaciais no uso da terra. A unidade de análise será considerada como “unidade familiar”, composta de um casal com filhos residentes numa mesma residência. Como unidade familiar, entende-se a unidade de análise de produção e consumo, cuja capacidade de trabalho depende da mobilização de seus membros, manejando recursos produtivos e/ou para subsistência (Netting, 1993).

1.3.2. Caracterização dos solos usados para agricultura no Vale do Ribeira (SP) e Rio Negro (AM).

De cada unidade familiar foram coletadas amostras de solo de pelo menos uma roça que estava sendo manejada na ocasião das entrevistas. Em alguns locais foi possível coletar amostras de roças de idades de uso diferentes, totalizando assim 45 amostras que foram analisadas de duas maneiras: a) como amostras de solos da região sul do Estado de São Paulo; e b) como amostras para um estudo comparativo com amostras de solos de 18 roças estudadas⁹ entre agricultores caboclos da região do médio Rio Negro (AM), entre a cidade de Novo Airão e a foz do Rio Unini (AM) (entre as coordenadas geográficas: 2°22'262"N - 61°05'152"O, e 1°38'425"N - 61°41'117"O).

O estudo dos solos na região do Vale do Ribeira foi contextualizado sob a interpretação de três tipos de parâmetros: a) químico; b) físico; e c) cultural. Foi estudado o manejo a partir da fertilidade dos solos utilizados para agricultura, assim como a maneira que estes solos são escolhidos, nomeados e utilizados.

Entre os caiçaras foram analisados dois níveis de conhecimento sobre solos. Em um nível agregado serão consideradas as informações de todos os agricultores estudados. Em um nível mais detalhado será considerada a categorização de solos existente nas imediações das comunidades de Icapara, Aquários, Vila Nova e Praia do Leste (município de Iguape), que exibem maior heterogeneidade de ambientes utilizados para atividades agrícolas.

Das 45 amostras de solos coletadas, 36 são de roças em cultivo, 7 são de taperas e 2 amostras são de roças sobre sambaquis, que serão estudadas separadamente. Foram calculadas as correlações de Spearman (r_s) entre as idades dos agricultores em anos, e o número de roças, as idades e as somas das áreas das roças em m². Foram descontadas as áreas de taperas e sambaquis.

Taperas são áreas de sítios abandonados, mas que ainda são visitados, e até usados, esporadicamente para cultivo, por apresentarem solos de maior fertilidade. Sambaquis são amontoados artificiais de conchas de moluscos, vestígios de alimentação de grupos humanos. Dos sítios de sambaquis encontrados na região, 80% deles são datados de 8000 até 2000 anos (b.p), embora a maioria dos sítios datados esteja entre 5000 e 3000 (b.p.) (Prous, 1992). Os solos sobre os sambaquis podem representar antigos acampamentos

⁹ Estes dados foram coletados em conjunto com o projeto "Uso de Recursos Aquáticos e Vegetais no Rio Negro" (FAPESP - 98/16160-5), coordenado pela profa. Dra. Alpina Begossi do NEPAM/UNICAMP.

utilizados em tempos históricos por populações indígenas migrantes, porém a idade destes solos não é bem definida (Prous, 1992).

As amostras foram coletadas até 20cm de profundidade, que é a camada efetivamente explorada pelas raízes das espécies agrícolas cultivadas (Hernani et al., 1987; Nicholaidis e Moran, 1995).

Foram amostrados de 10 a 15 pontos em cada roça, cujo solos foram depois misturados e acondicionados em sacos plásticos. Os parâmetros analisados no laboratório do Departamento de solos e nutrição mineral da ESALQ/USP (Campus de Piracicaba/SP), para a caracterização química e física, foram: matéria orgânica “MO”(g dm⁻³); fósforo “F” (mg dm⁻³); “pH” (em CaCl₂); potássio “K”, cálcio “Ca”, magnésio “Mg”, hidrogênio mais alumínio “H+Al”(em mmolc dm⁻³). Dois índices, derivados dos parâmetros químicos, foram obtidos: soma de bases (“SB”), e saturação por bases (“V%”). As classes de textura física são: até 14% - arenosa (“AR”); 15 a 24% - média-arenosa (“MD-AR”); 25 a 34% - média argilosa (“MD-ARG”); 35 a 59% - argilosa (“ARG”); e 60% ou superior – muito argilosa (M-ARG). Os métodos analíticos seguiram os procedimentos descritos por Raji et al. (1987).

As 36 amostras referentes apenas às roças em cultivo foram agrupadas e analisadas segundo a idade de uso da roça. As classes de idade foram definidas em função da idade de uso no momento da coleta da amostra, e foram agrupadas em 3 classes de idade: de 1 mês até 12 meses (classe 1), de 13 até 24 meses (classe 2), e de 24 ou mais (classe 3). É importante ressaltar que a idade é de uso do solo no ciclo agrícola estudado no momento da coleta, que corresponde ao tempo entre amostragem e momento em que a roça foi preparada para plantio.

Foram utilizados 10 índices estimados pelas análises de solo: pH (PH), porcentagem de matéria orgânica (MO), fósforo (P), hidrogênio mais alumínio (H+Al), potássio (K), cálcio (CA), magnésio (MG), saturação por bases V(%); e porcentagem de areia (AR) e porcentagem de argila (ARG). Os dados foram analisados através do teste de Kruskal-Wallis para cada variável. Para estudo das correlações foram usadas as correlações de Pearson para variáveis contínuas e de Spearman para variáveis discretas. Entre as variáveis de solo e idade da roças, optou-se pelo uso da idade em meses da roça (variável IDADE) e não da classe de idade.

As roças da Mata Atlântica foram comparadas à roças da região do baixo e médio Rio Negro. Foi utilizada a mesma metodologia de coleta e análises executada nas roças da Mata Atlântica. Foram utilizados os mesmos parâmetros químicos e físicos analisados nas roças da Mata Atlântica para comparação. Foram considerados os valores médios das amostras dos dois locais, para execução do teste de Kruskal-Wallis no estudo das variáveis separadamente. Foi utilizado Análise de Componentes Principais (PCA) para ordenação das amostras considerando um grupo de 8 variáveis, excluindo variáveis compostas como saturação por bases (V%), e variáveis complementares como teor de argila (ARG). Para o PCA foram avaliadas as variáveis: pH, H+A, K, P, Mg, Ca, MO, e teor de areia – (AR), utilizando a matriz estandardizada para execução da análise de correlação. Também foram retiradas 3 amostras consideradas *outliers*, constituindo-se então de uma análise com uma matriz de 51 linhas (roças) e 8 colunas (variáveis).

Todas as análises estatísticas univariadas foram executadas pelo programa SPSS versão 10.0.5.. Para a Análise de Componentes Principais (PCA) foram utilizados os programas Fitopac versão 3.18 de autoria do Prof. George Shepherd do Departamento de Botânica da UNICAMP, e o programa MVSP versão 3.1f (Kovach Computing Services, 2003).

1.4. Resultados e discussão

1.4.1. Os agricultores itinerantes atuais na Mata Atlântica.

Os resultados foram analisados separadamente e de acordo com a amostra analisada. Assim, a amostra de 55 agricultores que ainda faziam roça no ano de 1999 representam 33 unidades familiares..

As unidades familiares, que ainda usam a agricultura itinerante como técnica agrícola, não devem ultrapassar 7% (59/866) de todas as unidades familiares residentes nas 16 comunidades visitadas (Tabela 1.1). A amostra de agricultores avaliados e incluídos neste estudo corresponde a cerca de 56% (33/59) das unidades familiares que ainda executam agricultura itinerante.

Tabela 1.1. Comunidades e número de unidades familiares de agricultores itinerantes na região sul do litoral paulista.

Comunidade	Unidades familiares¹	Unidades familiares de agricultores itinerantes	Unidades familiares incluídas neste estudo²
Aquários	25	1	1
Vila Nova	35	2	2
Praia do Leste	15	1	1
Icapara	300 ³	18-24	7
Sorocabinha	15	3	2
Ilha Grande	25	2	2
Subaúma	11	3	2
Porto Cubatão	100*	3	1
Itapitanguí	200*	4	1
Prainha	6	2	1
São Paulo Bagre	20	3	3
Agrossolar	10	1	1
Papagaio	1	1	1
Juruvaúva	6	2	2
Pedrinhas	40	5	5
Ubatuba	5	2	1
Total	866	53-59	33

* Dados estimados

¹ Residentes nas comunidades

² Estão incluídos apenas agricultores que fizeram roça nos últimos 5 anos.

³ Os dados da população de Icapara foram obtidos a partir das informações cedidas pelo SUDS de Icapara.. Os dados de Porto Cubatão foram estimados

Para padronização dos resultados, nos cálculos das características da amostra de 33 unidades familiares foram considerados apenas as entrevistas do informante ao qual se direcionavam as perguntas e que, por ocasião da entrevista, era designado pela esposa ou esposo como “*o que entende mais*”, ou “*mais se dedica*” à roça, ou mesmo o que se sentia mais à vontade para a entrevista.

Esta amostra é representada por agricultores com faixa etária média de 61 anos (desvio padrão=10,68), sendo 16 mulheres e 17 homens, com moda igual a 60 anos, e com a idade variando de 36 anos a 78 anos. Apenas 36,0% (N=12) dos agricultores têm idade menor que 60 anos, indicando uma população com idade bastante avançada para a atividade agrícola. Desta população de agricultores, 87% possuem filhos maiores de 18 anos que não trabalham na atividade agrícola, dedicando-se então a outras atividades, como caseiros,

guias de pesca, diaristas, ou funcionários públicos. Apesar disso, em 36,0% das unidades familiares (N=12) os filhos homens ajudam na fase de derrubada e queima.

Entre estas unidades familiares não há comercialização de excedentes de produção em feiras ou mercados nas cidades. Em apenas 6 unidades familiares a farinha de mandioca é vendida no interior de seus bairros. Em duas das unidades familiares de Icapara (Iguape) os agricultores declararam vender cará (*Dioscorea alata* L.). O restante das famílias trocam ou presenteiam algum excedente circunscrito ao âmbito da família e/ou vizinhos. Nestas unidades familiares parte significativa da renda é originada dos benefícios da aposentadoria como trabalhadores rurais (Hanazaki, 2001)

Para a execução das atividades agrícolas há clara divisão de trabalho por sexo. Estas atividades são divididas em 5 etapas: derrubada, enleiramento, queima, preparo de covas e plantio. Apesar da pouca disponibilidade de mão de obra familiar, as fases iniciais, principalmente a derrubada, é uma atividade masculina, com 72,0% dos casos reportados, seguido de 27,0% onde tanto o homem como a mulher participam de todas as atividades de preparo da roça.

Em nenhuma das famílias a mulher foi apontada unicamente como executora de preparo da roça, porém a situação se inverte na fase de plantio com 57,0% das mulheres atuando nesta fase, contra apenas 30,0% dos casos onde o homem foi declarado como executor de plantio. Em apenas 12,0% dos casos foi declarado que ambos participavam do plantio.

A atividade feminina no plantio é um padrão que se repete em diferentes locais no Brasil e no mundo (Boster, 1985; Ribeiro, 1995). As causas locais apontadas para este perfil relacionam-se ao consenso de que as mulheres são mais cuidadosas no plantio, e a crença de que o sucesso reprodutivo das mudas é maior quando o plantio é executado pela mulher. As atividades de subsistência entre os caiçaras estão claramente relacionadas ao gênero, sendo a pesca a mais evidente, associada ao sexo masculino (Hanazaki, 2001). No caso de plantas cultivadas como a mandioca, a conexão entre o ambiente doméstico de preparo dos alimentos e a roça está também relacionada à identificação correta de variedades. Entre o grupo das mandiocas, a existência de variedades de níveis variáveis de toxidez (“mandiocas-bravas” mais tóxicas, e “aipins” menos tóxicas), faz com que a identificação tenha que ser precisa. Uma vez que estes níveis diferenciados de toxidez determinarão o tipo de produto, ou seja, “mandiocas-bravas” serão usadas exclusivamente

para fabricação de farinha, e “aipins”, para farinha e também para produtos assados e cozidos. O sucesso feminino nas atividades de plantio está também na identificação de solos mais adequados para cada tipo de cultura ou até mesmo variedades. Como disse uma agricultora em Icapara “*essa terra ta me chamando, ... tá pedindo pra plantá arroz*”.

A tecnologia utilizada nas roças prescinde de utensílios agrícolas. As únicas ferramentas utilizadas para o plantio, assim como para outras fases do manejo da roça, são o facão e a enxada. Em 57,6% dos casos (N=19) o plantio da mandioca é feito intercalando-se os indivíduos de diferentes variedades na mesma “cova”, que caracteriza-se por ser um montículo elevado de aproximadamente 1,50m de diâmetro, feito para evitar encharcamento das raízes. O plantio no nível do solo é executado somente nas áreas livres de encharcamento, que podem variar de uma roça para outra. Em 42,40% dos casos o plantio é feito separando as variedades em diversas subdivisões dentro da roça. É comum a crença que se deve separar “aipins” de “mandiocas-bravas”, caso contrário o “*aipim vira mandioca*”. Em Pedrinhas é possível identificar estas covas nas roças em pousio, e nas roças abandonadas entre capoeiras antigas em estágios diferentes de regeneração.

A época de preparo começa no período das secas, principalmente em junho, com alguns agricultores iniciando ainda em maio as atividades de preparo do solo. Neste período é executada a derrubada e o enleiramento. No fim de julho e início de agosto é executada a queimada das áreas, com o plantio concentrando-se em setembro e outubro. Esta fase se estende até novembro nos casos onde há variedades de mandioca com ciclos de maturação diferenciados, que permitem plantio escalonado para colheita ao longo do ano seguinte. Este escalonamento é feito principalmente para as variedades de “aipim”, que podem ser consumidas assadas ou cozidas. (Capítulo 2).

Apenas em duas unidades familiares houve relato do uso esporádico de adubo químico. Foi declarado por muitos agricultores que o não uso deste se deve à falta de recursos financeiros para adquirir o produto. Entre os agricultores há um sentido generalizado de conflito em relação à atividade agrícola que executam. Por um lado, eles consideram que a agricultura é “atrasada”, improdutiva para o mercado, e sem importância nas esferas locais (municipais) de poder. Por outro lado, há um sentimento de perda principalmente quanto às variedades que possuem. O uso de adubo, de tecnologia e o acesso a recursos financeiros (crédito agrícola) é visto como saída para a atividade em si, e

como um incentivo para as gerações mais jovens se dedicarem à obtenção de renda com a agricultura.

1.4.2. As características das roças caiçaras na Mata Atlântica

Entre os caiçaras cada unidade familiar pode manejar de 1 a 7 roças. Em média são manejadas 2 roças por ciclo agrícola por unidade familiar, não havendo correlação significativa entre idade do entrevistado e número de roças ($r_s=-0,033$, $p>0,50$), e entre idade e área cultivada ($r_s=0,006$, $p>0,50$)¹⁰. Assim, tanto o número de roças, como a área explorada com roças, independem da idade dos agricultores ($p>0,05$). Cada roça exibe em média $595,83 \text{ m}^2$ (0,06ha) (mín.de 150m^2 a máx. de 2500m^2), totalizando o uso de uma área de 35.750m^2 (3,8ha) pelas 33 unidades familiares (N=68 roças). Como em média cada unidade familiar maneja 2 roças, é utilizada então uma área de $1.191,67 \text{ m}^2/\text{unidade familiar/ano}$, caracterizando o uso de pequenas áreas para as suas roças. A área média manejada pelos agricultores com menos de 60 anos não difere da área média das roças manejadas pelos agricultores com mais de 60 anos ($p>0,50$), ou seja, o fato da idade ser mais avançada não torna a área explorada menor, nos casos estudados. A área utilizada contrasta com observações de outros locais da região sudeste da Mata Atlântica (Peroni, 1998; Adams, 2000b), e mesmo de roças do Rio Negro que apresentam em média 1,2ha (12.000m^2) num único ciclo anual agrícola. Na principal compilação de bibliografia sobre roças caiçaras, Adams (2000b) calcula o valor médio de roças estudadas em diferentes trabalhos na Mata Atlântica, estimando-o em 0,42ha. Apesar de diferentes unidades¹¹ de medida de área apresentados por Adams (2000b), principalmente em relação à “alqueire”, é bastante clara a discrepância nos tamanhos médios analisados pela autora, e o tamanho médio encontrado entre os Caiçaras da região de Cananéia/Iguape. As roças da região estudada assemelham-se em tamanho somente às menores roças estudadas por Oliveira et al. (1994) na Ilha Grande no estado do Rio de Janeiro. Como a área cultivada é muito pequena comparada a outros locais, este parece ser o tamanho “ótimo” manejado por um casal de idade avançada.

¹⁰ As medidas de roça foram executadas das seguintes formas: em 85% das roças foi utilizado trena, e em 15% foi usado contagem de passos aferidos, e estimativas visuais.

¹¹ O denominação de “alqueire” pelos caiçaras muitas vezes é usado como referência ao potencial de produção da roça em volume, ou seja, é comum o uso tradicional da expressão “roça de 4,5 ou roça de 5 alqueires (de farinha)”. Um “alqueire de farinha” corresponde a 20 litros do produto.

Considerando um período de pousio de 30 anos, como o tempo recomendado para recomposição da cobertura vegetal para que uma roça em pousio seja novamente utilizada (Batista 2002), cada unidade familiar usaria uma área de 35.750,10m², ou 3,60ha (1.191,67m² x 30 anos). Uma área de plantio com esta característica é insuficiente para garantir a subsistência para uma família com 5 pessoas em média (Hanazaki, 2001). Apesar do tamanho pequeno, nestas áreas é mantida uma alta diversidade de espécies e variedades cultivadas (capítulo 3: Peroni e Hanazaki, 2002), o tamanho reduzido da área de roça reflete a redução da importância da atividade agrícola no conjunto de atividades executadas pelos caiçaras na região estudada (Hanazaki, 2001; Hanazaki et al. no prelo).

Os dados sobre redução das áreas de roças são corroborados pelos resultados encontrados no interior da Estação Ecológica da Juréia (SP). Analisando os pedidos de autorizações para abertura de roçados no interior desta unidade de conservação estadual, observa-se que, de 37 requisições de 20 agricultores, a média das áreas utilizadas para roças foi de 3.050,00m² por agricultor (unidade familiar) no biênio de 1998 a 1999 (Projeto Floresta e Mar, dados fornecidos pelo Instituto Florestal de São Paulo). A área requisitada por ano é de 1.525,00m²/agricultor/ano. Comparando as áreas utilizadas pelos caiçaras dentro e fora da Juréia, observa-se que a média da área usada fora da Juréia para roças, é significativamente menor que a área média requisitada para as roças dentro da Juréia. [Kruskal-Wallis: $N_{\text{Cananéia/Iguaape}} (33 \text{ roças}) < N_{\text{Juréia}} (35 \text{ roças}), p < 0,05$]. Segundo os dados fornecidos pelo Instituto Florestal, as áreas requisitadas para abertura de roça na Juréia no biênio de 1992 a 1993 até o biênio de 1998 a 1999, caíram de 48,5ha para 3,5ha totais.

A Juréia, por ser uma Estação Ecológica, é uma das categorias de unidade de conservação mais restritivas quanto ao uso do corte e da queima da vegetação para atividades agrícolas. Mesmo assim, o tamanho médio das roças em seu interior é maior que o tamanho médio das roças estudadas entre os agricultores de Cananéia, Iguape e Ilha Comprida (Áreas de Proteção Ambiental estadual e federal sobrepostas). Estes dados sugerem que agricultores itinerantes estão expostos às condições mais deletérias para a continuidade das práticas agrícolas fora de uma unidade de conservação do que dentro dela. Por outro lado, sugere que as tanto as opções, como a dependência em relação a produção agrícola podem ser maiores dentro da Unidade de Conservação, favorecendo a continuidade, e conseqüentemente a manutenção de roçados de maior tamanho. Os

agricultores, fora da Juréia, tenderiam então a abandonar atividades que contribuem pouco para a economia e subsistência familiar, substituindo-a por outras mais rentáveis.

Cabe destacar que estes dados são comparativos e de modo algum podem ser associados às políticas de uso e manejo desta unidade, uma vez que as motivações por trás do manejo destas áreas dentro da Juréia são de natureza diversa às motivações que as populações caiçaras estão expostas fora desta unidade de conservação.

Apesar destas comparações serem úteis como referenciais do uso de áreas para roçados, elas não são bons referenciais de comparação quanto à sua função de subsistência, principalmente pelo contexto diferenciado no qual as populações caiçaras estão inseridas nas relações de mercado, no acesso a estes mercados, ou quanto ao ambiente que elas dispõem para manejar (interior x exterior de Unidades de Conservação).

Os fatores que explicam o menor tamanho atual das áreas de roças, da região de Cananéia-Iguape-Ilha-Comprida, têm raízes históricas e ecológicas, se relacionados ao fato de que roças menores indicam hoje para uma reduzida importância da atividade agrícola, seja na produção de excedentes para finalidades comerciais, seja para produção de alimentos para subsistência, seja pelas dificuldades institucionais atuais na abertura de novas roças (Resende, 2001). Analisando a dieta das populações de São Paulo Bagre e Pedrinhas por exemplo, Hanazaki e Begossi (2003) encontraram uso restrito de farinha de mandioca entre as famílias, mesmo entre aquelas unidades familiares que mantinham roças com um número grande de espécies e variedades cultivadas (Capítulo 3: Peroni e Hanazaki 2002). Além disso, as famílias atualmente têm acesso aos mercados urbanos e, no caso das comunidades estudadas também por Hanazaki (2001), a principal fonte protéica pode variar entre o peixe e a carne de frango, comercializadas nos mercados locais. As fontes calóricas variam, com contribuição parcial da farinha de mandioca. A crescente dependência por cestas básicas é outro fator que está associado à redução das áreas de roça. Segundo um morador de Ilha Comprida: *“pra que plantá se pode consegui pronto? Não compensa não”*.

Sob o ponto de vista da área ocupada, estas roças de fato caracterizam uma atividade em declínio, pois indicam que a produção de alimentos tem carácter complementar a uma dieta já bastante influenciada por uma alimentação urbana (Hanazaki e Begossi 2003).

1.4.3. As nomenclaturas locais para uso do solo.

Os exemplos de etnotaxonomia de solos no mundo são diversos. Em muitas situações, os sistemas locais de taxonomia de solos superam em detalhes as classificações de solos baseadas em critérios “acadêmicos” (Guillet, 1989). Estas evidências estão, em parte, relacionadas ao fato de agricultores locais considerarem as propriedades da superfície e do manejo, como critérios de nomenclatura e classificação *folk* (Nicholaides e Moran 1995; Furbe, 1989). Além disso, as associações de manejo de solos podem estar intrinsecamente relacionados à escolha de variedades locais, determinando um “equilíbrio tecnológico” entre manejo de solos e manejo de variedades (Bellon e Taylor, 1993).

A classificação e nomenclatura de solos entre os caiçaras não exhibe um padrão definido, mas sim algumas características em comum num nível mais agregado de diferenciação de ambientes. É no âmbito local, das comunidades, que é possível identificar um maior detalhamento das características físicas e de fertilidade dos solos. Este detalhamento, porém, depende da heterogeneidade natural dos ambientes manejados, muitas vezes estando restrito ao âmbito da comunidade, podendo não haver consenso entre agricultores que usam de áreas contíguas ou próximas.

A primeira categorização de tipos de solo ocorre em dois grupos gerais: o “barro” e a “areia”. Esta categorização é frequente entre agricultores da Ilha Comprida, onde há predomínio dos solos de “areia”. Genericamente, os agricultores designam os solos da Ilha Comprida como “areia”, e os solos do continente como “barro”. Há ainda a diferenciação dos solos de “casqueiras”, que são os solos dos sambaquis. Em locais onde se exploram ambientes que exibem pequenas variações de altitude, formando “baixios” e “lombadas”, aparecem diferenciações de solos relacionados à fisionomia da vegetação e à susceptibilidade a encharcamento. Em São Paulo Bagre é distinguido à vegetação entre mata alta da mata baixa, indicando locais propícios para o plantio de mandioca (“mata baixa”, mais seca), e arroz (“mata alta” – sazonalmente encharcada pelo rio Coticaé).

Em locais onde há uma maior heterogeneidade ambiental quanto a gradientes de areia e argila, como nas comunidades do município de Iguape, foi verificada uma categorização de solos mais refinada. Neste local os solos são classificados com a seguinte nomenclatura:

- a) “taruru”, solo de alto teor de matéria orgânica e seco. Sua origem é citada como de locais alagados e drenados. Corrorespondem aos solos limítrofes aos solos turfosos que aparecem nas áreas de sedimentação na foz de alguns rios da região (Figura 1.1);
- b) “calabriado”, solo com “mistura” de barro (argila) e areia, considerado de baixa fertilidade – confirmado pela análise de solo mas propício para plantio de mandioca pela facilidade de colheita das raízes;
- c) “tabatinga branco”, solo de coloração esbranquiçada, muito friável (“*liguento*”), adequado para cultura de arroz, mas pouco fértil;
- d) “tijuco preto”, coloração preta, pegajoso, argiloso (“*lama feito mingau, farinhoso*”);
- e) “desmonte”, solo argiloso, com pouco teor de areia, pouco friável (“*farinhoso e não liguento*”). Este também pode indicar o relevo do terreno, e não o tipo de solo (Canelada e Jovchelevich, 1992)).

Solos mais claros e úmidos como “tabatinga branco” (do tupi *touatínga* – argila brancacenta, ou colorida, mole, untuosa; Michaelis, 1999) são destinados para cultivos de arroz, mas são menos férteis e de difícil manejo já que são considerados “*barro liguento*”, enquanto solos úmidos e escuros como o “tijuco preto” são mais férteis para arroz e são considerados “*barro farinhento*”.



Figura 1.1. Perfil do solo conhecido como “taruru”, com horizonte A orgânico de cerca de 20cm. Comunidade de Aquarius, Iguape.

É possível identificar um padrão de uso nestas áreas mais heterogêneas onde é levado em conta tanto a cor como a umidade para definir o uso, havendo associação destes parâmetros com fertilidade (Quadro 1.1).

	<i>Fertilidade</i> →		
	Seco	Úmido	
Escuro	Taruru	Tijuco preto	↑ <i>Fertilidade</i>
Claro	Areia	Tabatinga branco	

Quadro 1.1. Representação esquemática, da classificação local de solos, relacionada à fertilidade quando envolvidos os critérios de tonalidade de cor (claro e escuro) e umidade.

Além das características do solo observadas diretamente, foi possível identificar um padrão geral na identificação de fertilidade de solos relacionados a fatores indiretos, como o tipo de vegetação e também de espécies indicadoras de fertilidade. Nestes casos, a samabamia-açu (Dickinsoniaceae, várias espécies), o indaiá (*Attalea* sp.), a cana-do-brejo (*Costus spicatus* Sw.), a brajaúva-mirim [*Astrocaryum aculeatissimum* (Schott) Burret] e o tucum (*Bactris setosa* Mart.) são indicadoras de solos de boa fertilidade, enquanto que camarinha [*Gaylussacia brasiliensis* (Spreng.) Meisn.] é indicadora de solos de baixa fertilidade (Hanazaki, 2001).

Esta característica localizada, do conhecimento de microhabitats, amplifica a importância do conhecimento raro no manejo das roças e variedades. Apesar de algumas informações de solos serem generalizadas, o conhecimento especializado do manejo de microhabitats torna o uso dos recursos muito mais efetivo por parte dos agricultores (Netting, 1993). A perda deste conhecimento torna a exploração dos ambientes exposta a técnicas estandardizadas, ou seja, exógenas aos ambientes de uso tradicional. Além de reduzir a perspectiva de sucesso das gerações futuras não especializadas em explorar tais ambientes, a perda do conhecimento específico reduz as chances de uso sustentado por parte de futuros agricultores (Netting, 1993).

1.4.4. Comparação entre os solos das roças manejadas no período de 1999 a 2001 sob o ponto de vista edáfico.

Apesar da queima da biomassa alterar a estrutura química dos solos favorecendo a fertilidade, de maneira geral, os solos das roças caiçaras são extremamente ácidos (média de pH=3,9) e nutricionalmente pobres (média de V=21,2%), utilizados por até três anos de idade em média. Das 36 roças estudadas apenas 22,2% (N=8) delas tem três anos de idade e apenas duas roças têm mais de três anos (cada uma com cinco anos), (ver Apêndice 2).

A análise laboratorial revela que das 36 amostras analisadas, 28 são classificadas como arenosas, cinco como médio arenosas, e duas como médio argilosas. As amostras arenosas apresentam em média de 85,72% de areia (desvio padrão=12,45), havendo situações, como numa roça em Icapara (Iguape), que o teor de areia no solo é de 100%. Isso indica que, além da retirada de nutrientes via colheita, as perdas esperadas pela ação de percolação de água em superfície e subsuperfície são grandes, devido à porosidade

excessiva e falta de estruturação física destes solos. Além disso, solos arenosos têm baixa capacidade de troca catiônica (CTC), que limita sua fertilidade.

Para todas as roças estudadas as correlações de Spearman entre as variáveis estão de acordo com o esperado, ou seja, com aumento de pH há aumento da disponibilidade de nutrientes essenciais como o fósforo (P) ($r_s=0,391$, $p<0,05$), potássio (K) ($r_s=0,364$, $p<0,05$), cálcio (Ca) ($r_s=0,623$, $p<0,01$), magnésio (Mg) ($r_s=0,608$, $p<0,01$) e redução de nutrientes que podem ser tóxicos em excesso como o alumínio (H+Al) ($r_s=-0,639$, $p<0,01$). Estes dados refletem uma correlação positiva do pH com a fertilidade dos solos (V%) ($r_s=0,875$, $p<0,01$).

Os resultados das correlações entre as variáveis de solo e as idades das roças são indicadores do comportamento da fertilidade com o passar do tempo de uso. Com exceção de pH (PH), matéria orgânica (MO) e de alumínio mais hidrogênio (H+Al), todos os parâmetros de solo analisados tiveram um decréscimo com o passar do tempo de uso. As correlações de Spearman foram positivas e significativamente diferentes de zero para (pH) ($r_s=-0,423$, $p<0,05$), teor de potássio (K) ($r_s=-0,508$, $p<0,05$) e teor de magnésio (MG) ($r_s=-0,346$, $p<0,05$). Quando comparadas as médias entre classes de idade é possível observar acidificação do solo ao longo de três anos de uso da terra ($p<0,05$) (Apêndice 2). Quando consideradas todas as roças em conjunto independentemente do local, e do tipo de solo (arenoso ou argiloso), as médias para cada classe de idade exibem uma diminuição do pH do solo de 4,3 para 3,4. O valor médio de pH em roças de 3 anos praticamente indisponibiliza alguns nutrientes presentes na matéria orgânica, como o próprio potássio, e que seriam aproveitados após a decomposição. Segundo Kleinman et al. (1995) o pico de disponibilidade de nutrientes chega a três anos, porém desde que ocorram condições propícias como pH mais elevado (próximo a 7,0).

Reduções significativas são observadas nos níveis de potássio (K). Analisando estas roças nestas três classes de idade, a redução deste elemento chega a 30% em média ($p<0,05$) quando comparadas às médias das roças de um, dois e três anos de todos os locais conjuntamente. A redução deste elemento pode ter sua causa no manejo. O potássio é um nutriente essencial na síntese de amido e na transferência de carboidratos, sendo essencial no desenvolvimento de tubérculos (Brady, 1989). Nestas roças, além da mandioca, são cultivadas outras espécies com uso das raízes e tubérculos como a batata-doce e cará

(Peroni e Hanazaki, 2002), o que torna o potássio um nutriente fundamental para a produção alimentar nas condições de manejo das roças caiçaras.

O processo de queima influencia o aumento de pH, que resulta em decréscimo da saturação em alumínio (H+Al), tóxico em níveis elevados. Apesar de existir correlação negativa entre pH e teor de alumínio ($r_s = -0,639$, $p < 0,01$), para as amostras estudadas, não foi observada alteração significativa ($p > 0,5$) do seu teor entre as médias exibidas em cada classe de idade.

Apesar das diferenças entre as médias de pH e potássio, os teores de cálcio, magnésio, fósforo, e matéria orgânica não diferem entre as três classes de idade, assim como a caracterização geral de fertilidade, expressa pela saturação por bases (V%) ($p > 0,05$). Desta maneira, na fase de “abandono” aos 3 anos de idade, os solos das roças ainda apresentam o mesmo grau de fertilidade que as roças de 1 ano, apesar das limitações de alguns nutrientes, principalmente o potássio. Pode-se sugerir que o manejo, da forma que é executado, deixa os solos das áreas em pousio mais férteis na fase final de uso da roça para os processos de sucessão secundária subseqüentes, se comparados à fertilidade no momento anterior da queima da vegetação. Entretanto, estes resultados têm que ser interpretados com cautela, uma vez que os dados refletem uma média de locais diferentes, com a biomassa estimada indiretamente, e em classes discretas.

A disponibilização de nutrientes está intimamente relacionada ao processo de queima da vegetação nos locais estudados, haja visto que os teores de areia são muito elevados em praticamente todas as roças. O material de origem destes solos contribui pouco com a fertilidade natural destas áreas, por serem fundamentalmente sedimentos arenosos (Hernani et al., 1987). Não é possível estimar as contribuições da biomassa das capoeiras para o teor de matéria orgânica do solo, porém este teor dependerá da estrutura da vegetação presente nas áreas. Hernani et al (1987) estimaram que, após a queimada de uma floresta secundária de 12 anos no Vale do Ribeira sob manejo itinerante, foram liberados 3,2 toneladas/ha de cinzas ao longo de quatro meses, sendo a velocidade de dissolução de cátions na ordem $K^+ > Mg^{2+} > Ca^{2+}$. A importância das cinzas está exatamente na contribuições de aumento na quantidade de fósforo, potássio, cálcio e magnésio (Hernani et al., 1987; Moran, 1990; Kleinman, 1995). Fölter (1986) estimou que a contribuição de nutrientes advindos da queima da biomassa acima do solo é da ordem de 50 a 80% da fertilidade total do sistema em florestas tropicais. Essa contribuição pode ser ainda maior,

se considerarmos que o plantio está sendo executado apenas sobre areia, e com teores baixíssimos de matéria orgânica.

1.4.5. Comparação entre áreas usadas pelos caiçaras para cultivo: roças, taperas e sambaquis.

Quando comparadas as 36 amostras de solo com seis amostras de taperas e duas amostras de sambaquis utilizados para roçados, as diferenças são altamente significativas ($p < 0,001$) para as variáveis pH, fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg), hidrogênio mais alumínio (H+Al), e saturação de bases (V%). As variáveis físicas de solo também são diferentes entre os três locais analisados ($p < 0,05$). Apesar de não apresentar diferenças significativas, o teor de potássio (K) é 70% maior nas taperas que nos sambaquis, e o teor de matéria orgânica (MO) é 90% maior nos sambaquis que nas roças e taperas (Tabela 1.2).

Tabela 1.2. Comparação entre os três grupos de amostras representativas das unidades de manejo quanto as médias das variáveis de solo. d.p. – desvio padrão. Matéria orgânica “MO”; fósforo “F”; “pH”; potássio “K”; cálcio “Ca”; magnésio “Mg”, hidrogênio mais alumínio “H+Al”; saturação por bases (“V%”); teor de areia (“AR”); teor de argila (“ARG”).

USOS		PH	MO	P	K	CA	MG	HAL	AR	ARG	V%
roça	Média	3,93	48,86	12,39	0,95	13,47	5,33	103,56	85,72	8,06	21,22
	d.p.	0,73	38,83	16,58	0,75	27,70	5,45	134,77	12,45	7,87	21,29
sambaqui	Média	6,30	92,00	2196,50	0,60	645,00	13,50	13,00	59,00	21,50	98,00
	d.p.	0,56	11,31	712,06	0,14	63,64	0,71	0,00	12,73	7,78	0,00
tapera	Média	5,33	48,67	32,17	1,03	51,33	14,33	26,00	78,17	12,50	70,33
	d.p.	0,28	18,96	35,97	0,94	20,29	9,77	7,26	18,40	9,75	11,76
Total	Média	4,23	50,80	114,36	0,94	47,34	6,93	88,86	83,47	9,27	31,41
	d.p.	0,95	36,81	472,71	0,75	135,44	6,86	125,66	14,33	8,52	29,83

Mesmo que os sambaquis representam ações antrópicas mais antigas, considerando o tempo de uso destas áreas as diferenças entre as médias evidenciam que existe acréscimo de fertilidade aos solos da região pela ação antrópica. Estas evidências estão relacionadas principalmente entre as roças atuais e as taperas, em termos de saturação por bases (V%) e pH ($p < 0,001$). Enquanto que o V% das roças é de 21,22% (desvio padrão=21,29), caracterizando solos de baixa fertilidade, a média das taperas é de 70,33 (desvio padrão=11,78), caracterizando solos de alta fertilidade.

Não foi possível saber se as taperas foram estabelecidas sobre solos de influência antrópica mais antiga, como por exemplo sobre acampamentos indígenas. Porém, a fertilidade dos solos das taperas representa a influência humana dos últimos 70 anos pelo menos (idade da tapera mais antiga), enquanto que alguns sambaquis representam o resultado de influência antrópica muito mais antiga (Prous, 1992). A gênese dos solos sobre os sambaquis não é bem esclarecida na literatura, entretanto solos antrópicos como a “terra preta de índio” podem ter sua gênese acelerada pela intensidade de ocupação (Neves et al. 2003). Segundo este autor, a formação de solos de “terra preta” não depende do espaço de tempo, mas da velocidade de incrementos constantes de matéria orgânica e nutrientes no solo. Assim, os solos das taperas seriam tão ou mais férteis que solos sobre os sambaquis, por terem sido influenciados pela ação contínua de depósitos de matéria orgânica doméstica. Mesmo tendo sido formados em muito menos tempo, os solos da taperas seguiriam a tendência apontada por Neves et al. (2003). Estas características permitem que estas áreas sejam usadas pelos caiçaras com finalidades especiais, assemelhando-se ao uso de solos de “terra preta de índio”, como reservatórios de diversidade cultivada discutidos por Clement et al. (2003) e Erickson (2003).

Tanto os sambaquis como as taperas são usados recorrentemente e são áreas apreciadas pelos agricultores por serem mais férteis. O uso destas áreas revelou-se mais intenso, pelo uso em períodos de tempo maior, que o uso das áreas de floresta sem influência histórica na fertilidade dos solos. Nos dois sambaquis amostrados haviam roças de mandioca e, nas taperas, pequenos agrupamentos de indivíduos, plantados isolados. Nas taperas são também encontradas espécies de fruteiras como banana (*Musa* sp.), laranja [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck], jabuticaba [*Myrciaria floribunda* (West ex Willd.) Berg], goiaba (*Psidium guajava* Raddi) limão cravo (*Citrus reticulata* Blanco), pitanga (*Eugenia uniflora* L.), e espécies cultivadas como mandioca (diversas variedades bravas apenas), taioba (*Xanthosoma sagittifolium* Schott), mangarito (*Xanthosoma* sp.), inhame (*Colocasia esculenta* L.), araruta (*Maranta arundinacea* L.), batata-doce (*Ipomoea batatas* Poir.) e cará-de-espinho (*Dioscorea cayenensis* Lam.). Segundo os agricultores, é na tapera que há possibilidade de manter intencionalmente algumas variedades, como uma “reserva” para colher mudas em momentos de pouca disponibilidade de mudas para as roças. É o local onde são mantidas variedades para repor perdas eventuais de variedades nas roças. Nos sambaquis ocorre um uso semelhante: devido à maior fertilidade, após a colheita são

deixadas variedades servindo como um “banco de germoplasma”, além da roças serem usadas por mais tempo. Uma vez usada, a roça é queimada apenas para limpeza e remoção de espécies colonizadoras.

O nível de fertilidade destes locais seria mais que suficiente para manter cultivos agrícolas de subsistência, sem necessidade de abertura de roças em ciclos curtos de uso e pousio. Há indícios do uso de áreas de antigos acampamentos indígenas, também designados como taperas, como indicadores de fertilidade, sendo usados recorrentemente por populações indígenas migratórias (Prous, 1992). Entretanto, até onde se conhece destas áreas, elas não podem ser comparadas em importância na produção alimentar aos solos antrópicos como os de “terra preta de índio”, principalmente por serem áreas pequenas e dispersas (Prous, 1992). Apesar disto, estas áreas são aproveitadas de maneira sistemática, complementando a dieta esporadicamente, e fundamentalmente dando condições para a manutenção de genótipos das variedades cultivadas. Sua importância é estratégica, pois permite ajustar as perdas imprevisíveis de variedades no tempo e no espaço, haja visto que funcionam como banco de germoplasma estáveis no tempo.

1.4.6. Os solos no contexto do manejo itinerante – Uma análise comparativa entre Vale do Ribeira (SP) e Rio Negro (AM).

As roças amazônicas apresentam um tamanho em média 16 vezes maior que as roças da Mata Atlântica. Em média, as 18 roças amostradas têm aproximadamente 1,2ha, enquanto as roças da Mata Atlântica tem 0,06ha. A dependência econômica das famílias amazônicas é maior em relação à atividade agrícola e o manejo é feito de maneira mais intensa (capítulo 5). Apesar disto, as semelhanças no manejo são marcantes, quando consideradas as fases essenciais de derrubada, corte, enleiramento, queima, preparo do solo e plantio, assim como no uso e dependência no cultivo de variedades de mandioca e outras raízes e tubérculos (capítulos 3 e 4). As diferenças são marcantes, entretanto, quanto à finalidade da produção, a importância na dieta, o histórico de ocupação humana, e as características das influências externas, e institucionais, a que populações humanas estão expostas (Capítulo 4; Emperaire, 1999; Hanazaki, 2001; Hanazaki et al, 2004 - submetido).

Foram analisadas 54 amostras de solos, referentes a 36 amostras de solos das roças da Mata Atlântica e 18 amostras de solos das roças da região do médio Rio Negro. Cabe destacar que as amostras de solo das taperas e sambaquis não foram incluídas nesta análise.

Entre os dois grupos de amostras não houve diferenças significativas entre os teores de matéria orgânica (MO), fósforo (P), cálcio (Ca) e magnésio (Mg). Elas diferiram em relação a pH (PH), ($p < 0,05$), potássio (K) ($p < 0,05$), hidrogênio mais alumínio (H+Al) ($p < 0,001$), teor de areia (AR) ($p < 0,001$), teor de argila (ARG) ($p < 0,001$), e saturação de bases (V%) ($p < 0,01$) (Tabela 1.3). As roças da Mata Atlântica estão alocadas em áreas muito mais arenosas, porém menos ácidas, com menor teor de hidrogênio e alumínio, e são significativamente mais férteis (Tabela 1.3).

Tabela 1.3. Tabela com as médias, desvios padrão e análises de variância de 10 parâmetros de solo analisados para 36 roças no Vale do Ribeira e 18 roças no Rio Negro. Matéria orgânica “MO”; fósforo “F”; “pH”; potássio “K”; cálcio “Ca”; magnésio “Mg”, hidrogênio mais alumínio “H+Al”; saturação por bases (“V%”); teor de areia (“AR”); teor de argila (“ARG”).

Parâmetro	Local	Média	Desvio Padrão	Significância
PH	Vale	3,93	0,73	0,006**
	Rio Negro	3,50	0,36	
	Total	3,78	0,66	
MO	Vale	48,86	38,83	0,142
	Rio Negro	48,56	13,06	
	Total	48,76	32,41	
P	Vale	12,39	16,59	0,160
	Rio Negro	16,33	17,81	
	Total	13,70	16,94	
K	Vale	0,95	0,75	0,022*
	Rio Negro	1,18	0,41	
	Total	1,02	0,66	
CA	Vale	13,47	27,70	0,316
	Rio Negro	12,33	19,94	
	Total	13,09	25,19	
MG	Vale	5,33	5,45	0,065
	Rio Negro	2,94	1,92	
	Total	4,54	4,70	
HAL	Vale	103,56	134,78	$p < 0,001$
	Rio Negro	208,83	101,64	
	Total	138,65	133,49	
AR	Vale	85,72	12,45	$p < 0,001$
	Rio Negro	55,33	23,04	
	Total	75,59	21,95	
ARG	Vale	8,06	7,87	$p < 0,001$
	Rio Negro	27,56	13,41	
	Total	14,56	13,59	
V%	Vale	21,22	3,55	$p < 0,001$
	Rio Negro	9,50	3,09	
	Total	17,32	2,67	

* ($p < 0,05$); ** ($p < 0,01$) – Teste de Kruskal-Wallis

Pela análise de componentes principais observa-se que 67,11% da variância está expressa nos dois primeiros eixos (36,57% no eixo 1, e 30,54% no eixo 2), sendo que as principais variáveis correlacionadas ao primeiro eixo foram os teores de Mg (0,440), K(0,446), e Ca (0,423), enquanto no segundo eixo as variáveis mais correlacionadas foram H+Al (-0,596), areia (AR) (0,484) e pH(0,476). Ao longo do eixo 2 as amostras são ordenadas principalmente pelas suas características físicas, assim como do material que as originou, já que o teor de H+Al está associado ao material de origem dos solos da região, e ao pH dos solos. O eixo 1 ordena as amostras em termos de suas características preponderantemente químicas (Figura 1.2). Ao longo do eixo 2 é possível observar a separação nítida dos grupos, com poucas sobreposições, enquanto que no eixo 1 não há formação de grupos de amostras de solo das roças (Figura 1.2).

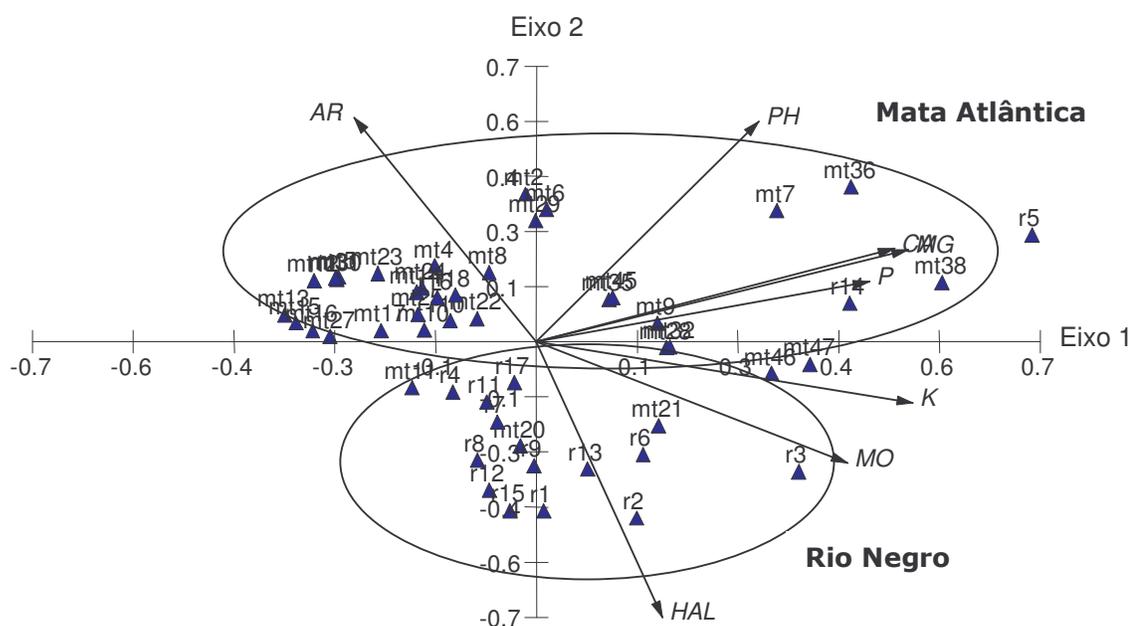


Figura 1.2. Representação bidimensional dos dois primeiros eixos da análise de componentes principais (PCA) para 51 amostras de solo ordenadas segundo análise de 8 variáveis edáficas. Legenda, mt: Mata Atlântica; r: Rio Negro. Matéria orgânica “MO”; fósforo “F”; “pH”; potássio “K”; cálcio “Ca”; magnésio “Mg”, hidrogênio mais alumínio “H+Al”; teor de areia (“AR”).

Do ponto de vista edáfico, o que diferencia as roças da Mata Atlântica das roças da região do Rio Negro, são as características físicas dos solos e seu material de origem, pois as variáveis que expressam a influência da queima da biomassa, ou seja, do manejo, não mostram diferenças significativas. Chama a atenção o fato de que em todos os locais amostrados no Rio Negro a vegetação queimada estava em estágios avançados de sucessão, ou seja, caracterizavam-se por serem áreas de pousio antigas, sendo também florestas de maior complexidade estrutural que as florestas na região estudada da Mata Atlântica. Sendo assim, considerando a fertilidade dos solos, as roças do Rio Negro são menos férteis que as da Mata Atlântica, e de solos mais ácidos, mas não diferem nos teores das bases. Com base nestas características edáficas, na média as condições para prática de agricultura na Mata Atlântica são melhores que as condições da região estudada no médio Rio Negro.

1.5. Conclusões

A proporção de agricultores itinerantes é pequena em relação à população total das comunidades estudadas na Mata Atlântica (Tabela 1.1). Em alguns bairros, esta proporção pode ser de apenas 4%. A amostra caracteriza-se pela idade avançada dos agricultores para execução das principais etapas de manejo da roça, como as fases de derrubada, enleiramento e queima da vegetação. Além disso, a mão de obra familiar, que efetivamente participa das atividades agrícolas, é escassa. Estes fatores inviabilizam a continuidade das roças estudadas nos próximos 10 anos, uma vez que a média etária atual dos agricultores é de 61 anos.

As baixas proporções de agricultores envolvidos na atividade agrícola itinerante na Mata Atlântica, e a sua idade avançada mostram que esta atividade está numa fase de forte declínio.

As roças atuais são de tamanho muito reduzido, servindo exclusivamente para produção de subsistência. Entretanto, essa produção é apenas complementar a uma dieta com características urbanas.

As roças estudadas são de tamanho menor que uma amostra de roças do interior da Estação Ecológica da Juréia, o que sugere que as condições externas à unidade de conservação sejam mais deletérias para a atividade agrícola itinerante que as condições em seu interior. Por outro lado, é possível que as opções de mudança de atividades sejam

maiores fora de uma Unidade de Conservação, o que favorece o abandono de atividades que pouco contribuem para a economia familiar.

Diversos fatores contribuem para que as gerações mais jovens não participem efetivamente das atividades agrícolas, e para que as roças sejam atualmente de tamanho tão reduzido. Fatores históricos e econômicos na região, como a passagem da pesca artesanal (antes à base de troca) para uma pesca artesanal-comercial, na região de Iguape, Cananéia e Ilha Comprida (Mourão, 1971), e a queda dos preços dos produtos agrícolas, redirecionaram as atividades caíçaras para as atividades pesqueiras na segunda metade do século XX (Diegues 1983, Begossi et al. 2003). A falta de titularidade legal das terras (Felipim et al., 2000), a restrição para a abertura de novas áreas para roça (Decreto de lei número 750), a compra de terras por turistas, e até mesmo as vantagens em depender de cestas básicas, são fatores que têm determinado a redução das atividades agrícolas (Adams, 2000a; Felipim et al., 2000; Peroni e Hanazaki, 2002; Resende, 2000). A alta porcentagem de filhos não envolvidos nas atividades agrícolas põe em risco a continuidade do conhecimento associado ao cultivo e à diversidade de espécies e variedades manejadas por estas populações.

As áreas das taperas e sambaquis mostraram ser muito mais férteis que as áreas de roça, muito embora a área de abrangência destes locais seja restrita. Mesmo assim, o uso destas áreas está relacionado à conservação de variedades, e sua principal finalidade é de servir como um reservatório de diversidade para reposições em casos de perdas, mostrando existir uma forte associação do uso de solos com influência antrópica e conservação de diversidade.

O conhecimento local sobre solos é dependente da heterogeneidade ambiental local. No nível regional, as categorias de solos são restritas, mas generalizadas entre os agricultores. Em escalas mais localizadas há maior detalhamento, sendo possível observar um padrão de identificação relacionado à cor e umidade dos solos em alguns locais. Estes fatores tornam o conhecimento local de alta relevância, mas também exibem alta susceptibilidade.

A perda das habilidades de cultivo pode representar uma redução significativa na capacidade de explorar os ambientes naturais pelos caíçaras. Apesar do amplo histórico de uso de recursos florestais, atualmente as habilidades agrícolas estão ameaçadas. Como destacado por Netting (1993) “*conhecimento e experiência, no uso da terra, resultam em*

produções mais altas e maiores retornos do que seria esperado numa mesma área cultivada por estranhos, aplicando estritamente técnicas estandardizadas”. De maneira geral, a perda destas habilidades agrícolas tende a reduzir a resiliência destas populações no que tange a escolha e manejo das áreas de roça

O processo de queima da vegetação é a principal fonte de fertilidade utilizada pelos caiçaras, salvo em raras exceções onde há uso esporádico de insumos químicos industrializados. A disponibilidade de alguns nutrientes essenciais para a produção de raízes e tubérculos, como o potássio, diminui em roças mais velhas. Outros parâmetros de fertilidade de solo não mostraram diferenças significativas, mostrando que em solos altamente arenosos, como os solos das roças caiçaras, a fertilidade no fim do ciclo pode ser benéfica para as espécies que colonizam as áreas deixadas em pousio.

As roças manejadas pelos caiçaras mostraram ser significativamente mais férteis que roças amazônicas, entretanto as diferenças são pequenas entre os diferentes parâmetros de fertilidade analisados.. Apesar do tamanho médio das roças amazônicas ser muito maior que das roças na Mata Atlântica, tanto caiçaras como caboclos utilizam a técnica itinerante para produção de mandioca.

Apesar da distância que separam os caiçaras dos caboclos, os resultados comparativos reforçam a idéia da forma análoga de manejar roças na região do baixo e médio Rio Negro, e no sudeste da Mata Atlântica.

CAPÍTULO 2

O CONTEXTO ESPACIAL E TEMPORAL DO USO DA PAISAGEM AGRÍCOLA PELOS CAIÇARAS

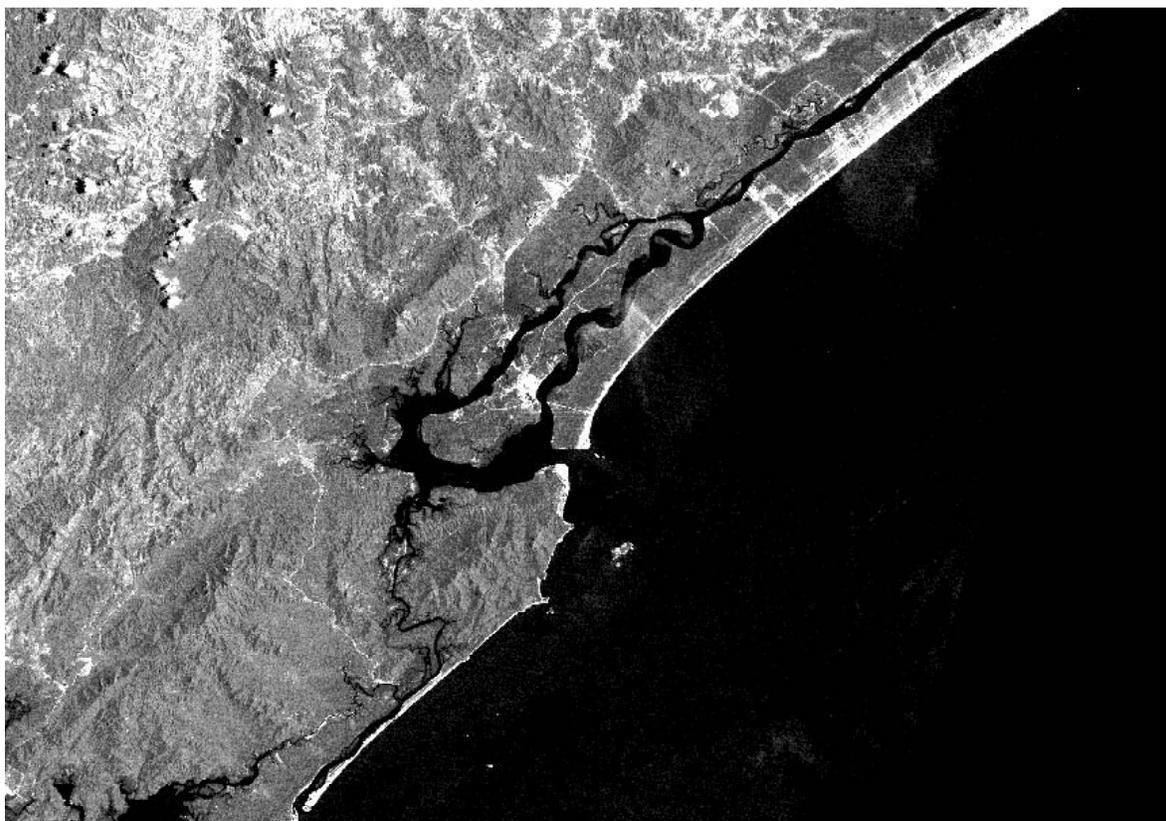


Imagem Landsat TM 1999, (Banda 3), janeiro de 1999. Ao centro, a Ilha do Cardoso, Cananéia, e Ilha Comprida.

2.1. Introdução

Sob uma perspectiva histórica, as ações humanas sobre florestas tropicais têm sido relatadas em escalas de tempo de dezenas, centenas ou mesmo de milhares de anos (Moran et al., 1994; Balée, 1992; Heckenberg et al., 2003). Interações remotas (pré-colombianas) entre o homem americano e as florestas neotropicais têm sido alvo de estudos arqueológicos, que revém o quão complexas podem ter sido as sociedades pré-colombianas (Heckenberg et al., 2003). O estudo de interações mais recentes tem sido alvo de disciplinas como a ecologia, a geografia e a antropologia (Rindfuss e Stern, 1998). Destas disciplinas derivam novas abordagens no estudo das interações entre homem e ambiente, destacando-se a noção de paisagem como foco central. A ecologia histórica e ecologia da paisagem¹² são exemplos destas novas abordagens.

Uma questão fundamental nestas abordagens é a integração de escalas espaciais e temporais para analisar os impactos das ações humanas “impressas” na paisagem ao longo do tempo. Para estudar reflexos na paisagem de ações humanas contemporâneas, imagens de satélite têm sido usadas para entender padrões de uso e cobertura do solo (Moran et al. 1994; Brondízio et al. 1996). Nestes estudos, uma motivação fundamental é entender tanto os padrões regionais de mudança da cobertura do solo, mas também os fatores socio-econômicos e ambientais locais que motivam tais mudanças (Brondízio et al. 1994; Moran et al. 1994).

Análises sobre o manejo tradicional de espécies florestais são beneficiadas por abordagens temporais através da integração de dados de natureza geográfica ou espectral, a dados de natureza etnográfica (Moran et al., 1994; Bocco e Toledo, 1998; Brondízio e Siqueira, 1997). Moran e Brondízio (1998), por exemplo, têm destacado a importância da integração de métodos da ecologia vegetal e da etnografia para entender como as decisões humanas sobre o uso do solo na Amazônia afetam as taxas de derrubada e sucessão secundária nesta região. Esta forma de abordagem permite que dados obtidos em escalas locais de manejo possam ser integrados a dados de sensoriamento remoto, que cobrem o uso da terra em escalas regionais. Segundo Rindfuss e Stern (1998) técnicas de sensoriamento remoto oferecem uma fonte adicional de dados contextuais para análises

¹² Balée (1998) destaca que apesar dos termos gerais parecerem sinônimos, os ecólogos da paisagem tendem a excluir as relações dialéticas entre o homem e a paisagem, as quais são implícitas à ecologia histórica

multiescala, pois permitem visualizar interações humanas com seu ambiente tanto no espaço como no tempo. Além disso, Rindfuss e Stern (1998) destacam que *pixels*¹³ individuais podem ser combinados em diferentes níveis de análise, que representam ações humanas em escalas diferentes, ou seja, ações representativas de uma unidade familiar, de uma comunidade, de uma região etc. Em áreas de uso histórico da vegetação para atividades agrícolas, os padrões de vegetação refletem interações complexas entre fatores físicos, biológicos e socio-econômicos (Cunningham, 2001). Nesta perspectiva, análises de mudança da cobertura florestal obtidas espectralmente são de grande utilidade para se caracterizar padrões de uso e mudança da vegetação, pois podem refletir a dinâmica dos ciclos de uso e pousio da agricultura itinerante (Tucker et al., 1998).

A dinâmica dos padrões de uso e cobertura do solo exibem características específicas quanto às interpretações do que é visualizado numa imagem obtida remotamente. Quando o sensoriamento remoto é empregado para analisar padrões de uso, é importante considerar que a “cobertura do solo” visualizada nas imagens representa uma unidade de cobertura (bio)física da superfície da Terra. Por outro lado, o “uso do solo” é caracterizado pelo arranjo, pelas atividades e pelas ações humanas empreendidas em certo tipo, ou classe, de “cobertura do solo”, mantendo-a, ou modificando-a (Anderson, 1976; Di Gregorio e Jansen, 2000). A procura por padrões de uso, identificáveis remotamente por imagens de satélite, pode ser limitada pela resolução das imagens obtidas pelos sensores remotos. Além disso, muitas categorias de uso culturalmente diferenciáveis podem não ser diferenciadas fisicamente por serem raras, e por isso não serem separadas espectralmente (Moran e Brondizio, 1998). A combinação de técnicas etnoecológicas de campo, que permitem identificar áreas de uso culturalmente significativas, com o uso de Sistemas de Posicionamento Geográfico (GPS), determinando com precisão os locais de interesse, são métodos úteis para interpretar mudanças na cobertura do solo.

Na região do Vale do Ribeira de Iguape, no sul do Estado de São Paulo, persiste a maior faixa contínua de Floresta Atlântica do sudeste do país (São Paulo, 1990). A história desta floresta é marcada por um longo processo de interações com ações humanas, que se intensificaram após a chegada do homem europeu em 1500 (Dean, 1996). As populações

¹³ O *pixel* é a menor unidade de resolução espacial em uma foto ou numa imagem obtida por um sensor remoto

caiçaras atuais dependem diretamente dos recursos naturais da Floresta Atlântica para sua sobrevivência (Begossi et al. 2001, Hanazaki et al. 2001; Sanchez, 2001; Adams, 2000a), e historicamente usaram a floresta para atividades de agricultura itinerante (Dean, 1996). Apesar disto, a atividade agrícola, como atividade econômica, é dependente de ciclos de maior e menor inserção dos caiçaras nas atividades econômicas regionais e nacionais (Diegues, 1983). Mourão (1971), chega a afirmar que

“a passagem para a agricultura, nesta região (Cananéia), não nos parece que tenha correspondido, mesmo no passado, a um objetivo de vida. Recorre-se à agricultura ante o aparecimento do ouro (...) abandona-se a agricultura quando o peixe, o palmito e, mais tarde, a caxeta, passam a ter mercado. Com a proibição do corte do palmito e da caxeta, uma parte da população afeita a esta atividade,(...) tenta a sorte em outras regiões ou, em menor número, tenta voltar às pequenas roças quando ainda detém a sua posse...”

Assim, enquanto atividade econômica, caracterizada como uma atividade complementar a outras atividades dos caiçaras (Mourão, 1971; Sanchez, 2001; Hanazaki e Begossi, 2001, Hanazaki et al, 2003), a agricultura retraiu ao longo do século XX, ao ponto de em alguns locais ter sido praticamente paralisada ainda no final da década de 1980 (Winther et al., 1989). Paradoxalmente, a região revela-se ainda como uma região de alta diversidade de espécies e variedades cultivadas (Peroni, 2000; capítulo 3: Peroni e Hanazaki, 2002).

2.2. Objetivos

Com o objetivo geral de caracterizar o contexto do manejo das áreas de floresta pelos caiçaras, este capítulo visa avaliar as mudanças da cobertura florestal em suas áreas de uso tradicional entre os anos de 1975 e 1999. Os objetivos específicos são:

- a) contextualizar as mudanças na cobertura florestal no contexto regional.
- b) caracterizar as mudanças da cobertura florestal no entorno das áreas de roças caiçaras da região de Cananéia, Iguape e Ilha Comprida.
- c) avaliar as mudanças na cobertura florestal e no uso de áreas de floresta, no contexto local de dois bairros caiçaras.

2.3. Material e Métodos

2.3.1. Fonte dos dados

As análises de sensoriamento remoto foram executadas graças a colaboração entre o Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais (NEPAM) da UNICAMP (Campinas/SP) e o *Anthropological Center for Training and Research on Global Environmental Change* (ACT), da Universidade de Indiana (IU) (Bloomington, EUA). Esta colaboração foi possível dentro das atividades do projeto temático “Floresta e Mar: usos e conflitos no Vale do Ribeira e Litoral Sul do Estado de São Paulo”, FAPESP (97/14514-1). As análises aqui discutidas representam parte do treinamento executado no ACT durante os meses de janeiro a março de 2001, sob coordenação do Prof. Dr. Eduardo Brondízio do Departamento de Antropologia da Universidade de Indiana, e vice-diretor do ACT.

2.3.2. Sensoriamento remoto

A análise da cobertura do solo foi executada com auxílio de quatro imagens de satélite geradas pelos sensores MSS e TM da plataforma Landsat referentes a quatro datas (1975, 1981, 1990 e 1999, cobrindo um período de 24 anos). As imagens cobrem uma área de 180km x 180km e a resolução espacial de cada pixel é de 80m x 80m nas imagens MSS (1975 e 1981), e de 30m x 30m para as imagens TM (1990 e 1999).

As imagens utilizadas no estudo foram adquiridas através da colaboração da Universidade de Indiana e o Instituto Sócio-ambiental (ISA) de São Paulo, sendo então disponibilizadas para o uso dos pesquisadores do Projeto Floresta e Mar. As etapas de processamento das imagens para obtenção de dados foram executadas por diversos pesquisadores especialistas e não especialistas em sensoriamento remoto. Os aspectos técnicos de parte destas etapas são comuns a Brondízio et al. (1994), Li et al., (1994) e Castro et al (2002). Castro (2002) fornece uma descrição detalhada de todos os passos técnicos do presente estudo. A seguir será apresentado uma síntese dos métodos, e particularidades das etapas realizadas.

A análise das imagens de satélite pode ser dividida em pré-processamento, classificação, pós-processamento e extração de dados através de Sistema de Informação Geográfico (SIG) (Castro, 2002). O pré-processamento e classificação das imagens foi executado entre janeiro de 2001 a novembro de 2002, em colaboração com outros

pesquisadores do ACT e do NEPAM. A extração de dados foi executada entre novembro e dezembro de 2003.

As etapas de pré-processamento envolvem a preparação das imagens para a posterior classificação, incluindo calibração da imagem, georreferenciamento e registro. A calibração da imagem é feita para corrigir distorções sistemáticas introduzidas durante a aquisição das imagens, como alterações numéricas nos valores de reflectância provenientes da influência do próprio sensor (calibração radiométrica) ou de condições atmosféricas (calibração atmosférica) no momento em que a imagem é gerada (Di Gregório e Jansen, 2000). A calibração da imagem Landsat TM 1999 foi feita através do software *Radiometric and Atmospheric Calibration*, desenvolvido pelo Dr. Dengsheng Lu da Universidade de Indiana, e resultou em classificações individualizadas das imagens (Castro, 2002). O georreferenciamento é uma etapa que visa associar a imagem a um sistema de coordenadas geográficas conhecido. Nesta etapa, foram utilizados mapas na escala de 1:100.000 (IBGE, 1984) de toda a região do Vale do Ribeira, georreferenciando para a projeção UTM (*Universal Transverse Mercator*). A etapa de registro visa criar um único arquivo de diferentes imagens para análises multi-temporais, entretanto, em função dos problemas encontrados na calibração, esta etapa não teve efeito para a classificação final das imagens. Todas as etapas de pré-processamento, com exceção da calibração, foram executadas com auxílio do programa ERDAS IMAGINE versão 8.4.

Por classificação entende-se a representação abstrata de uma situação de campo alcançada pelo uso de critérios de diagnóstico bem definidos (Di Gregório e Jansen, 2000). Consiste num processo de atribuição de pixels individuais de uma imagem digital a categorias, geralmente com base na reflectância espectral ou características radiométricas. Esta etapa consiste no mapeamento de áreas da superfície terrestre que correspondem aos temas de interesse a serem analisados (classes). O reconhecimento de assinaturas espectrais das classes é conhecido como treinamento, existindo duas formas básicas de treinamento: supervisionado e não-supervisionado.

O método utilizado no presente estudo consiste num sistema híbrido, que permite desenvolver uma análise dos padrões de classes espectrais, conjuntamente com informações coletadas em campo, para se obter padrões de assinaturas espectrais que de fato reflitam com maior exatidão o detalhamento da cobertura do solo (Brondízio et al. 1994). Este

procedimento foi executado apenas para a imagem Landsat TM de 1999. As imagens das três outras datas (Landsat MSS 1975, Landsat MSS 1981 e Landsat 1990) foram analisadas a partir de uma classificação não-supervisionada, orientada a partir de análise espectral, análise visual e comparação com a classificação da imagem Landsat TM 1999 (Castro, 2002).

Foi elaborada uma chave de classificação geral considerando as variações encontradas. Estas variações da cobertura do solo foram fundamentadas por observações em campo e pela análise da literatura.(IBGE, 1992; Fundação SOS Mata Atlântica, 1992; MMA, 2000; Batista, 2002).

Para as imagens Landsat TM (1990 e 1999), uma classificação mais detalhada de 12 classes de cobertura do solo foi possível em função da melhor resolução espacial (pixels de 30m x 30m) e espectral (7 bandas) (Figura 2.1). As imagens Landsat MSS (1975 e 1981), possuem limitações relacionadas à resolução espacial (pixels de 80m x 80m) e espectral (4 bandas), possibilitando portanto uma classificação mais agregada em apenas 7 classes de cobertura do solo (Figura 2.2) (Castro, 2002)

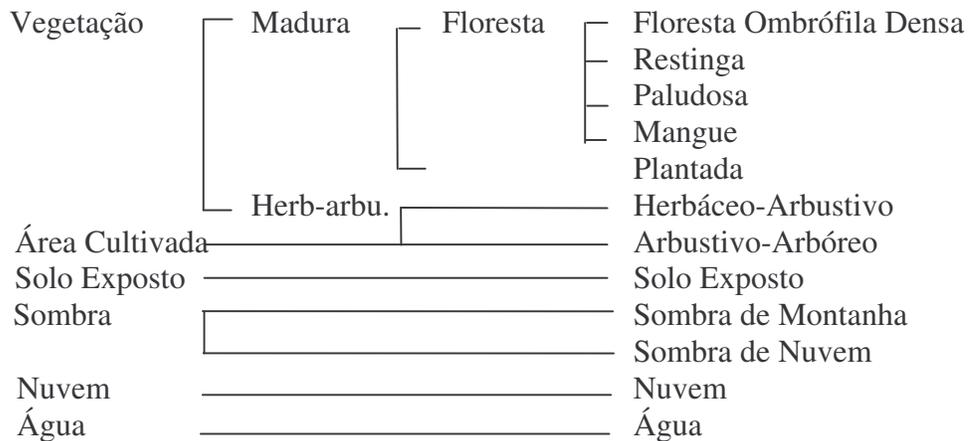


Figura 2.1. Chave de classificação geral de cobertura e uso do solo no Vale do Ribeira para as imagens de satélite Landsat TM 1990 e 1999 (modificado a partir de Castro 2002)

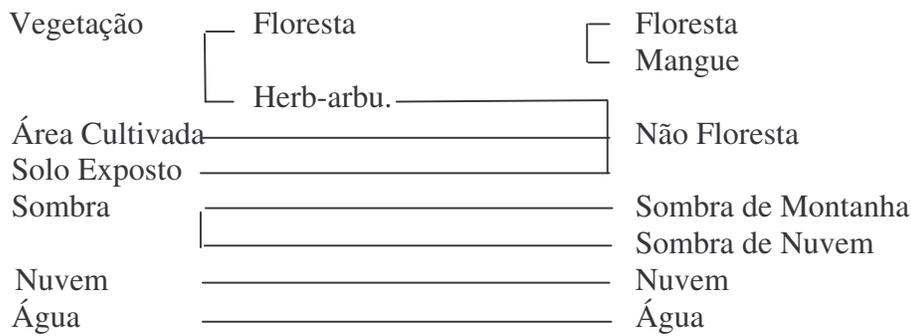


Figura 2.2 Chave de classificação geral de cobertura e uso do solo no Vale do Ribeira para as imagens de satélite Landsat MSS 1975 e 1981 (modificado a partir de Castro 2002)

O pós-processamento de uma imagem é um procedimento executado em uma imagem classificada, com o objetivo de uniformizar os temas, ou seja, eliminar pontos isolados (*outliers*), classificados diferentemente de sua vizinhança. Elimina-se com isso “ruídos” da imagem. Após esta etapa foi executada a extração de dados.

A extração de dados foi executado com auxílio de um Sistema de Informação Geográfica (SIG) desenvolvido em conjunto por pesquisadores da Universidade de Indiana e do Instituto Socio-ambiental (ISA). Este SIG é composto por *layers* biofísicos (limite da bacia, rede hidrográfica e mapa topográfico), político-demográfico (limites de município, de unidades de conservação e setor censitário), e infraestrutura (rede viária e centros urbanos). Este SIG foi utilizado a partir do software ArcView versão 3.2 (ESRI, 1999).

Foram utilizadas as *layers* de limites dos municípios de Cananéia, Iguape e Ilha Comprida, totalizando uma área analisada de aproximadamente 340.845ha. No estudo de campo foram obtidas a localização geográfica das unidades familiares, assim como das roças destas unidades, através de GPS modelo Garmin G12XL. As coordenadas em latitude e longitude foram convertidas para a projeção UTM (*Universal Tranverse Mercator*). Em laboratório foram criadas *layers* de localização de uma das roças de cada uma das 23 unidades familiares estudadas e da localização das residências dos agricultores, com uso do software ArcView versão 3.2 (ESRI, 1999). Como o limite das imagens não inclui as unidades familiares da comunidade de Icapara, estas foram retiradas da análise. Portanto serão considerados 13 locais representando 13 roças diferentes, que aqui serão analisados em conjunto, sem identificação individual.

Foi criada uma *layer* de anéis de distâncias crescentes a partir do ponto central das comunidades. Esta *layer* representa zonas tampão, ou *buffer zones*, com anéis de setores de 1000m, e uma *layer* com uma área menor de 500m de raio. Estas *layers* visam analisar as mudanças na cobertura e uso do solo considerando um núcleo central, uma vez que o uso das áreas de floresta para agricultura se dá no entorno das comunidades. Como foi encontrada em 2000m a maior distância de uma roça ao ponto central de uma das comunidades, foram considerados anéis com até 3000m a partir do ponto central. Para todas as 13 roças foram analisadas as mudanças na cobertura do solo entre os anos de 1975 e 1999. Em conjunto, os *buffer zones* representam uma área analisada de 36.756ha, ou seja, 10,8% da área dos municípios de Cananéia, Ilha Comprida, e Iguape juntos (Figura 2.3)

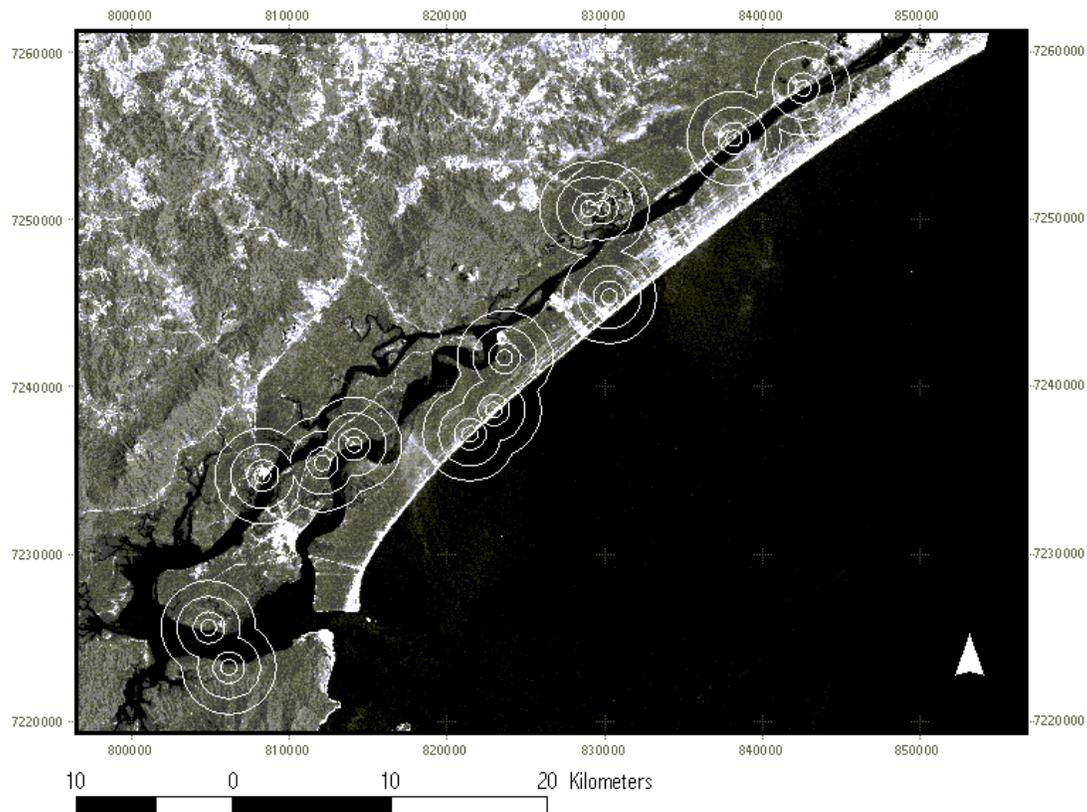


Figura 2.3. Localização dos *buffer zones* com 500, 1000, 2000, e 3000m de raio a partir do ponto central de 13 roças em cultivo no ano de 1999 (TM Landsat 1999) .

Para uma análise mais detalhada foi escolhido o entorno das comunidades de Pedrinhas, no município de Ilha Comprida, e São Paulo Bagre, no município de Cananéia, para estudo entre os anos de 1990 e 1999. Em função das áreas das comunidades de São Paulo Bagre e Agrossolar serem contíguas, com núcleos populacionais distantes em apenas 1,5km, elas serão consideradas conjuntamente dentro do *buffer zone* de São Paulo Bagre. Estas comunidades foram escolhidas pelas seguintes razões: a) concentram diferentes objetivos de estudos complementares de outros pesquisadores do projeto temático “Floresta e Mar”, aumentando com isso a representatividade dos dados, e b) por serem próximas, mas terem trajetórias históricas diferentes (Hanazaki, 2001).

São Paulo Bagre localiza-se a 8 km ao norte da cidade de Cananéia, e seu núcleo de povoamento teve início com a chegada de duas famílias arrendatárias de parte da área do sítio Coticaé (às margens do Rio Cuticaé), entre 1920 e 1930, vindas da divisa do Paraná com São Paulo e do sul da ilha do Cardoso (Scarpin, 1992). Sua população é constituída por 17 unidades familiares e 78 moradores no ano de 1999, de origem local e regional (Hanazaki, 2001). A principal atividade dos moradores do sexo masculino é a pesca, seguida do trabalho na agricultura e extração de espécies vegetais por parte das mulheres. Apesar da atividade ligada a pesca ser preponderante, esta está ligada também ao turismo, uma vez que é grande o fluxo de turistas-pescadores na comunidade. Este fluxo é tão representativo que movimenta a principal atividade econômica desta comunidade, que é a pesca de camarão para venda de iscas vivas (Hanazaki, 2001)

Pedrinhas localiza-se a 30 km ao sul da cidade de Ilha Comprida, e a 21 km ao norte de Cananéia. Teve início em 1906 com a chegada de três famílias fundadoras, apesar de haver indícios que já haviam outras famílias residindo no local no início do século XX (Carvalho, 1999). Sua população no ano de 1999 era de 252 pessoas e cerca de 60 famílias, segundo levantamento do SUDS de Pedrinhas (Hanazaki, 2001). Neste bairro, as atividades ligadas ao turismo, como a de caseiros em casas de turistas de segunda residência, predominam. Esta atividade tem forte relação com o histórico de ocupação do espaço em Ilha Comprida, quanto à abertura de loteamentos. Segundo Maretti e Filet (1988), estes somavam 200, com aproximadamente 220 mil lotes em todo o município. O bairro não ficou de fora destes empreendimentos, tendo absorvido parte dos turistas que construíram casas nas décadas de 1970, 1980 e 1990.

Apesar de apresentarem trajetórias diferentes estes bairros distam apenas 16 km pelo canal, que separa Cananéia de Ilha Comprida.

Com a finalidade de obter um maior detalhamento de uso para agricultura no entorno da comunidade de São Paulo Bagre e Agrossolar, assim como de dar suporte para a interpretação da imagem de 1999, foi gerado um mapa na escala 1:200m a partir da imagem Landsat TM de 1999 (bandas 5, 4 e 3), através do programa ERDAS IMAGINE versão 8.4 (Apêndice 3), representando uma área de 1750ha. Este mapa foi plastificado e utilizado como apoio para entrevistas específicas sobre o uso do solo, baseadas num roteiro de entrevista auxiliar (Apêndice 1). Foram entrevistados 6 informantes-chave¹⁴ (Bernard, 1995), escolhidos após as entrevistas feitas para caracterização da atividade agrícola entre os anos de 1999 e 2001 (ver capítulos 1, 3 e 4).

Após a explicação do trabalho e a habituação do entrevistado com o mapa, foi solicitado a cada informante-chave que identificasse as áreas de uso e suas características, que eram anotadas sobre o mapa com canetas de cores diferentes. Em Agrossolar foi possível um detalhamento maior do uso dentro da área do mapa, que será descrito com maiores detalhes. O uso de um mapa, auxiliando a identificação das áreas de uso pelos agricultores, foi considerado aqui como um “mapeamento participativo”.

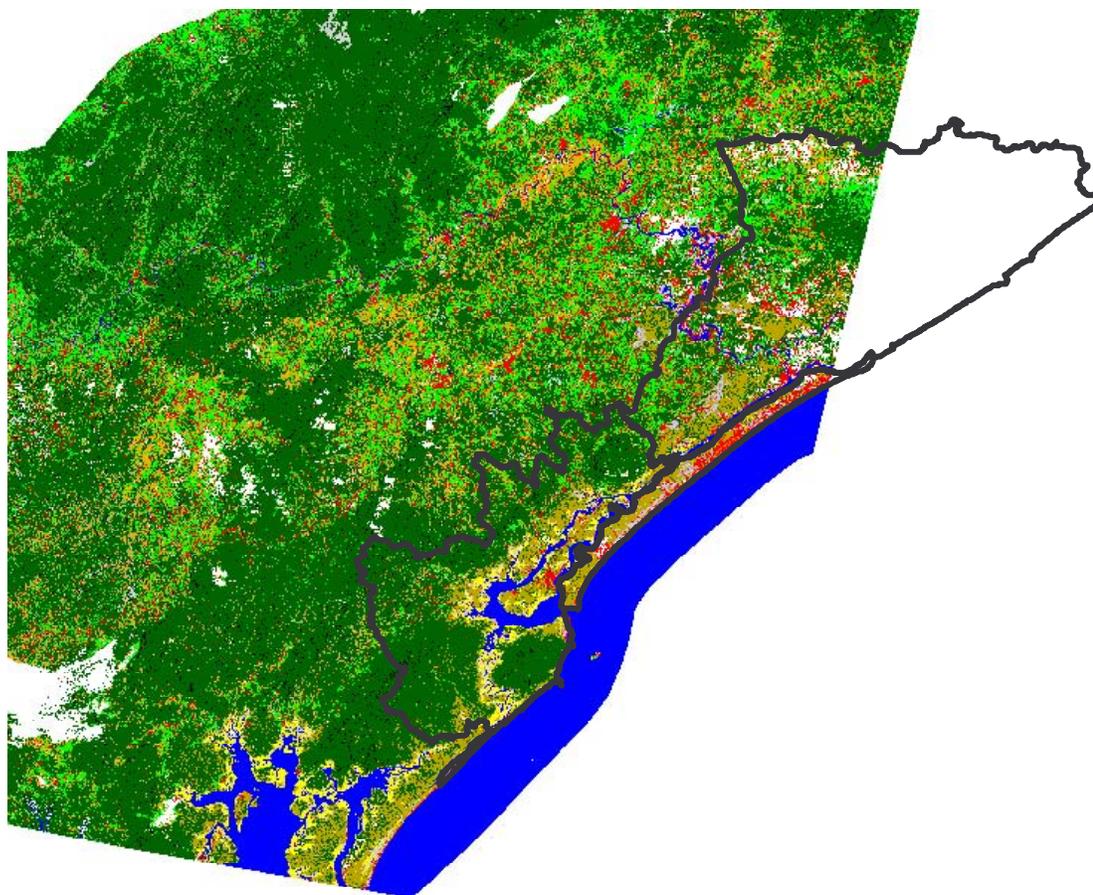
2.4. Resultados e discussão

Na figura 2.4 estão representadas as classes analisadas no contexto geral dos três municípios. Nesta figura, apenas 10 classes estão representadas. As classes “água”, “sombra de montanha”, “nuvem” e “sombra de nuvem” representam 12,98 % da área avaliada. Para todas as análises subsequentes estas três classes foram desconsideradas.

Devido à posição na qual a imagem foi obtida pelo sensor, 100% da área de Cananéia pôde ser avaliada, mas apenas 55,83% do município de Iguape e 95,16% do município de Ilha Comprida puderam ser avaliados (Figura 2.4). Na área total dos 3 municípios, a maior porcentagem de cobertura vegetal é encontrada na classe “Floresta Ombrofila Densa”, concentrando-se principalmente no município de Cananéia (Figura 2.4).

¹⁴ Os informantes chave foram escolhidos por serem os moradores de mais idade, por residirem há pelo menos 2 gerações no local, e conhecerem o histórico local de ocupação e uso das áreas de roças.

Após a imagem ter sido classificada, diferentes combinações de classes podem ser formadas. Se considerados o agrupamento das classes “Floresta Ombrofila Densa”, “Floresta de Restinga/Paludosa” e “Floresta de Mangue”, em “Floresta”; e “Vegetação Arbustiva-Arbórea” e “Vegetação Herbácea-Arbustiva” como “Vegetação herbácea-arbustiva-arbórea” (Tabela 2.1), é o município de Cananéia que apresenta a maior cobertura da classe “Floresta”, e a menor porcentagem de solo exposto. Apesar do município de Iguape apresentar a menor área de cobertura da classe “Floresta”, este valor deve ser considerado apenas para a área avaliada, uma vez que na análise a Estação Ecológica da Juréia ficou de fora. Provalvemente a área de “Floresta” teria sido maior neste município se considerada esta Unidade de Conservação.



CLASSE DE COBERTURA	Área (%)
Água*	(6,9%)
Floresta Ombrofila Densa	50,32
Floresta de Restinga/Paludosa	20,15
Floresta de Mangue	4,70
Floresta Plantada	0,24
Vegetacao Arbustiva-Arborea	0,70
Vegetacao Herbácea-Arbustiva	14,19
Solo Exposto	9,70
Sombra de Montanha*	(0,68%)
Nuvem/Sombra de Nuvem*	(5,40%)

* A área das classes 'água', 'sombra de montanha' e 'nuvem/sombra de nuvem' foram desconsideradas no cálculo da porcentagem das demais classes

Figura 2.4. Imagem classificada representando as diferentes classes de cobertura do solo dentro nos municípios de Cananéia, Ilha Comprida e Iguape (TM Landsat 1999). As áreas delimitadas pelos traços pretos representam a divisão política dos municípios.

Como esperado, a área de solo exposta de Ilha Comprida corresponde a um terço (33,3%) da área avaliada. O histórico de exploração imobiliária explica esta proporção elevada na Ilha (Maretti e Filet, 1988) (Tabela 2.1), somada à proporção maior de área de praia presente neste município.

Tabela 2.1. Porcentagem de classes de cobertura do solo nos municípios de Cananéia, Iguape e Ilha Comprida (TM Landsat 1999).

CLASSE DE COBERTURA	IGUAPE	ILHA COMPRIDA	CANANÉIA
Floresta	61,53	62,68	88,94
Vegetação herbácea – arbustiva	25,62	3,35	7,46
Solo Exposto	12,85	33,97	3,59

Quando comparada a classe “Floresta”, entre os anos de 1990 e 1999 nos 3 municípios, a proporção aumenta nos municípios de Cananéia e Iguape, mas sofre uma redução no município de Ilha Comprida (Figura 2.5). Seguindo a mesma tendência, a classe de mangue, que foi analisada separadamente da classe “Floresta”, mostra uma diminuição de 8,19% em 1990 para 3,43% no ano de 1999 na Ilha Comprida. Apesar do aumento da cobertura com “Floresta”, houve forte diminuição das áreas de vegetação herbácea-arbustiva nos 3 municípios, concomitante ao aumento da área de solo exposto (Tabela 2.2).

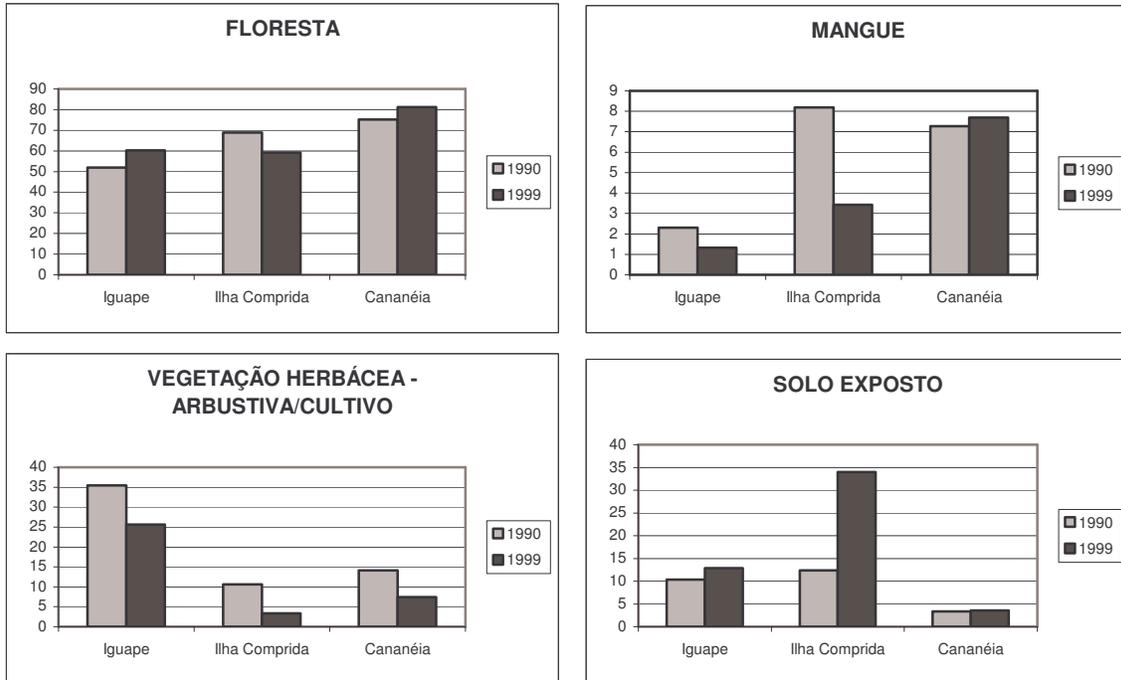


Figura 2.5. Porcentagem relativa de 4 classes de cobertura do solo nos municípios de Cananéia, Iguape e Ilha Comprida (TM Landsat 1990 e TM Landsat 1999).

Quando analisadas as imagens classificadas de 1975 até 1999 com classes agregadas, a tendência de queda da cobertura do solo com “Floresta” até 1990 tende ser revertida nos municípios de Cananéia e Iguape no ano de 1999. Em Cananéia a porcentagem de cobertura com “Floresta” em 1999 (88,94%) alcança a mesma proporção de 1981 (88,77%), estando um pouco abaixo de 1975 (Figura 2.6). Nesta figura a classe designada como “área aberta” congrega as classes de “não floresta”, “área cultivada”, e “solo exposto”. Em Ilha Comprida, apesar da área de “Floresta” ter aumentado em 1990 em relação a 1981, ela cai para 62,68% no ano de 1999. Esta proporção é a mais baixa entre os três municípios analisados no ano de 1999, mas ainda não supera a porcentagem de cobertura da área analisada de Iguape no ano de 1990, que foi de 54,18%.

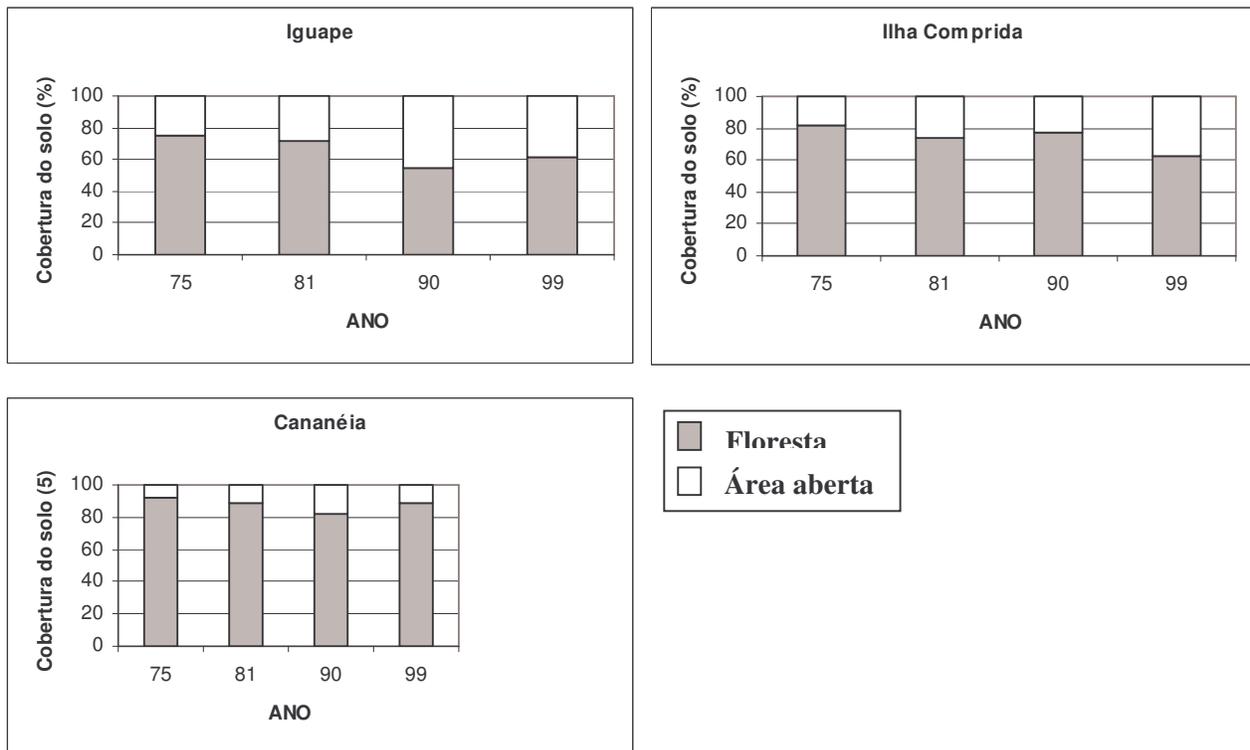


Figura 2.6. Porcentagem relativa da cobertura florestal dos municípios de Iguape, Ilha Comprida e Cananéia, entre os anos de 1975 e 1999. (Imagens Landsat MSS 1975, Landsat MSS 1981, Landsat 1990 TM, e Landsat 1999 TM).

A trajetória da cobertura do solo no entorno das áreas de roça é praticamente a mesma ao longo de 24 anos, para as distâncias maiores que 500m de raio (Figura 2.7). Os anéis dos *buffer zones* maiores que 500m são pouco informativos quanto à mudança. Porém, indicam que, neste período de tempo, não houve expansão intensa das áreas de uso de floresta para agricultura. Cabe lembrar que as áreas de roça aberta têm sido contíguas às roças deixadas em pousio e, aparentemente, a pressão sobre a floresta para uso em áreas cada vez mais distantes, tem sido nula. Nestas distâncias observa-se o mesmo padrão de aumento da cobertura florestal observado nos três municípios analisados.

O anel de até 500m é o mais informativo quanto às mudanças na cobertura florestal, indicando uma tendência de aumento das áreas de floresta com a concomitante redução das “áreas abertas” (Figura 2.8). Nesta faixa de distância, estão alocadas tanto roças novas, como áreas em diferentes estágios de sucessão florestal secundária, e mesmo algumas

residências. Nesta faixa de uso, a área de cobertura florestal está aumentando, concomitante à redução das áreas abertas no entorno das roças. Este processo pode ser explicado pela redução da atividade agrícola itinerante que depende diretamente de áreas florestadas. Além disso, com a recuperação das áreas de floresta, pode ter ocorrido recuperação das áreas em estágios iniciais de sucessão, uma vez que a classe “área aberta” inclui áreas de vegetação herbáceo-arbustiva, muitas delas em estágio inicial de sucessão.

As áreas de roças que persistem apresentam uma característica particular, ou seja, de uso intensificado de áreas em pousio curto (de menos de 4 anos). Os dados da idade média dos agricultores, que é avançada (média de 61 anos), e a restrita participação da mão de obra familiar, torna impraticável a abertura de áreas de capoeiras mais velhas. Estes fatores são potencializados em parte pelas exigências legais da legislação ambiental atual, como o Código Florestal (Lei 4.771/65) e o Decreto 750/93.

De maneira generalizada, as atividades da polícia florestal ou do IBAMA são consideradas como “*do meio ambiente*” pelos agricultores. Não se reconhece qual meio legal está por trás da autoação de multas, e dos procedimentos legais relacionados às restrições à abertura de roças. Apesar disto, os agricultores citam que na década de 1990 a fiscalização se intensificou, o que coincide com a implementação do Decreto 750/93 que trata da exploração da Mata Atlântica. De fato, a tendência de aumento da cobertura florestal já pode ser observada em 1981 (Figura 2.7). Na comunidade de São Paulo Bagre, por exemplo, as multas lavradas nos anos de 1981 e 1982, paralisaram as atividades agrícolas naquele local (Winther et al., 1989). Mesmo que o principal instrumento legal coercitivo da atividade de corte da cobertura vegetal, fundamental para agricultura itinerante, seja atualmente o Decreto 750/93, este tornou-se efetivo apenas no início da década de 1990. Certamente o Decreto 750 foi um potencializador da redução da atividade agrícola itinerante na região, mas não a sua única causa (Felipim et al., 2000; Peroni e Hanazaki, 2002).

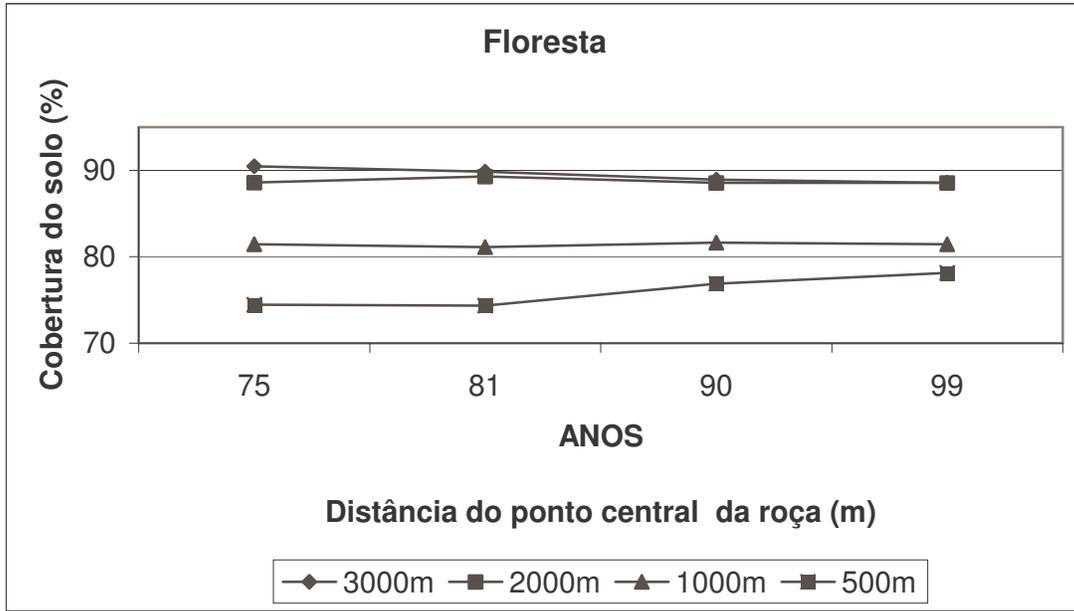


Figura 2.7. Análise da proporção relativa de Floresta de acordo com a distância do ponto central de 13 roças, de 13 unidades familiares de agricultores caiçaras.

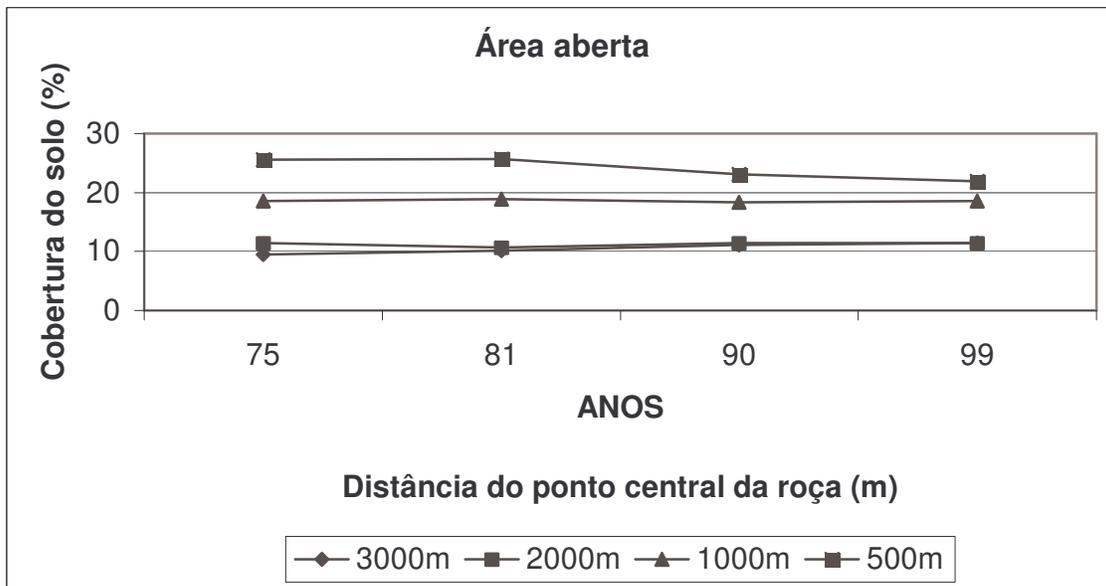


Figura 2.8. Análise da proporção de área aberta de acordo com a distância do ponto central de 13 roças, de 13 unidades familiares de agricultores caiçaras.

Quando analisadas as mudanças de cobertura do solo nas duas comunidades, pode-se observar padrões ligeiramente diferentes.

As informações sobre uso das áreas do entorno de São Paulo Bagre, especificamente, foram checadas através do mapeamento participativo, e dão subsídios para as interpretações qualitativas. Neste mapeamento, o detalhamento descrito pelos informantes é muito superior em detalhes ao obtido pela classificação. Tal detalhamento permitiu entender com clareza a inserção da atividade agrícola nas áreas atuais cobertas com floresta (Apêndice 3). As áreas identificadas de uso pelos agricultores correspondem àquelas observadas nas imagens, principalmente para roçados nas faixas de até 500m a partir do ponto central da comunidade, refletindo também o uso de áreas de capoeiras novas próximas à comunidade.

Em São Paulo Bagre havia um tendência de aumento da cobertura florestal entre 1975 e 1981 nos anéis com distâncias maiores que 500m de raio (Figura 2.9). Tendência inversa é observada neste período para distâncias menores que 500m de raio. Apesar de uma pequena recuperação da vegetação em 1990, a porcentagem de cobertura florestal torna a cair em 1999 na faixa de 500m, indicando aumento do uso de áreas próximas ao centro da comunidade. As tendências inversas podem ser vistas nas porcentagens de área aberta (Figura 2.10).

No caso dos anéis de 1000m e 2000m, ocorre um inversão nos valores da cobertura florestal partir de 1981, de maneira que em 1999 a área coberta com floresta até a faixa de 2000m é muito menor que a área de floresta até 1000m do ponto central (Figura 2.9). Explicam estes dados o fato da abertura da estrada de acesso a São Paulo Bagre, com asfaltamento na metade da década de 1990, assim como a inclusão do comunidade de Agrossolar na faixa dos 2000m, que teve aumentada sua área urbana neste período. Na faixa de 1000m a transformação do caminho que dava acesso à estrada, na década de 1990, em uma estrada não asfaltada e mais larga, contribuiu para a redução da cobertura do solo nesta faixa.

É interessante observar que a atividade agrícola estava praticamente paralisada em 1981 e 1982 (Winther et al., 1989). De fato, ocorre recuperação da cobertura florestal entre 1981 e 1990, que volta a cair entre 1990 e 1999. A abertura de roças tem pouca influência nestas mudanças. No ano de 2001, haviam apenas 4 roças sob cultivo apenas na faixa de até

500m, não ultrapassando uma área de 3000m², ou seja, 0,004% da área total. Assim, outras causas podem ter influenciado a redução da cobertura vegetal nas proximidades das comunidades, além das atividades de derrubada para abertura de roças. Pode-se considerar que a redução da cobertura florestal pode ter sido causada pelo aumento da urbanização da comunidade, assim como pelo aumento da população imigrante que se estabelece no núcleo central de 500m. Tal população, não encontrando locais para estabelecer residências no núcleo central, procura por áreas adjacentes. No ano de 2001, em São Paulo Bagre, 60% dos moradores eram de origem externa à comunidade, tendo se estabelecido há 26 anos em média na comunidade depois de migrarem de outras comunidades regionalmente próximas, como Itapanhoapina, Agrossolar, Ariri, e Porto Cubatão (Hanazaki, 2001). Neste local, a fraca estrutura fundiária, o desinteresse pela agricultura, as dificuldades com a legislação ambiental e o aumento das atividades como de turismo de pesca, parecem eximir as atividades agrícolas como responsáveis pela redução da cobertura florestal no entorno da comunidade na década de 1990.

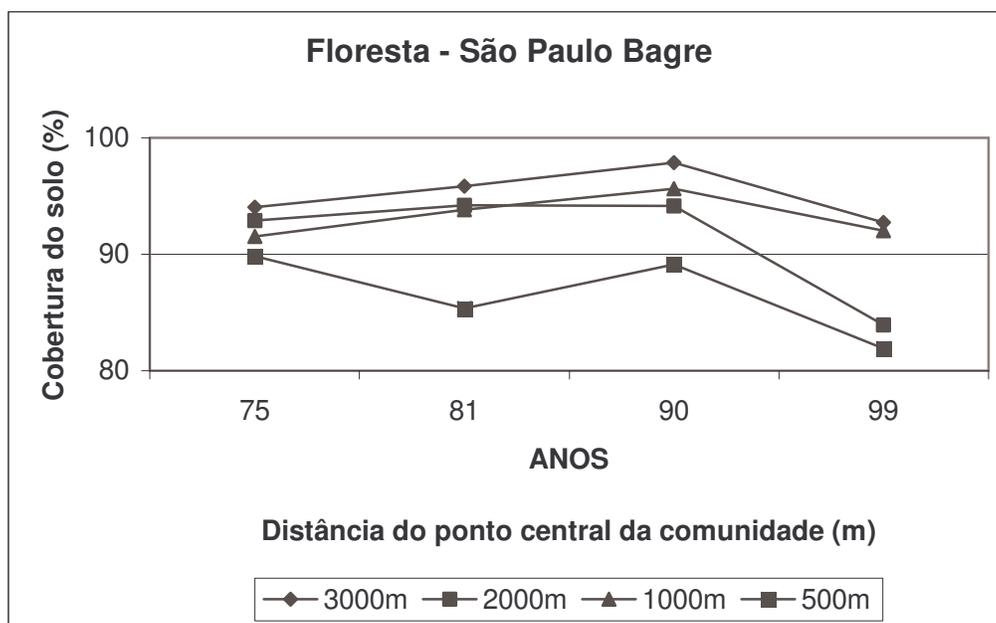


Figura 2.9. Análise da proporção de Floresta de acordo com a distância do ponto central da comunidade de São Paulo Bagre.

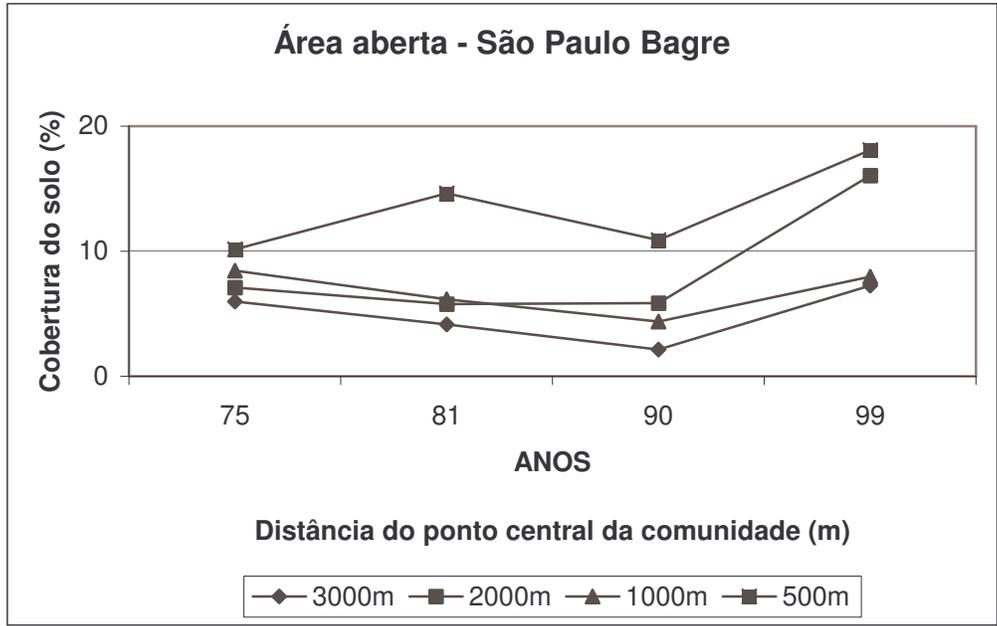


Figura 2.10. Análise da proporção de Área aberta de acordo com a distância do ponto central da comunidade de São Paulo Bagre.

As estimativas de cobertura do solo na comunidade de Pedrinhas não sofrem influências de estradas e comunidades contíguas como em São Paulo Bagre. Assim, há menos “ruído” nas faixas de distâncias, causados por fatores externos. Observa-se assim um padrão mais homogêneo da cobertura do solo para todas as faixas de distância (Figura 2.11 e Figura 2.12).

Pedrinhas é um exemplo mais claro do forte processo de urbanização ocorrido ao longo destes 24 anos analisados. Em 1975, na faixa de 500m, havia 58% de cobertura com a classe “floresta”. Esta proporção caiu para 29,40% em 1999, ou seja, um queda de praticamente 100% na área coberta por florestas. Nas faixas mais externas à 500m, houve um ligeiro aumento da porcentagem de cobertura florestal até 1981, porém, as porcentagens caíram após esta data, principalmente nas faixas de 500m e 1000m. Nas faixas de 2000m e 3000m praticamente não ocorreram mudanças nas proporções de cobertura do solo (Figura 2.11).

O uso da análise com *buffer zones* revelou que os processos de mudança podem ocorrer de maneira diferente quando analisadas sob um modelo que sugere urbanização

centrífuga. Castro (2002), analisando as mudanças da cobertura do solo em Pedrinhas numa área arbitrária de toda a comunidade, concluiu que a porcentagem de cobertura florestal não se alterou de 1975 até 1999. Porém, uma ligeira recuperação da cobertura vegetal áreas mais externas ao ponto central (mais de 500m de raio), pode compensar as reduções no núcleo central da comunidade, levando a uma interpretação parcial das mudanças observadas.

Acompanhando o processo de urbanização e desmatamento do município de Ilha Comprida, o processo de urbanização em Pedrinhas foi intenso. Apesar do Vale do Ribeira apresentar uma das menores taxas de crescimento populacional do Estado de São Paulo (Hogan et al., 1999), as cidades de Cananéia e Ilha Comprida apresentaram um padrão inverso no biênio de 1996 e 2000 (IBGE, 2001). Neste período, enquanto o Estado de São Paulo e o Vale do Ribeira exibiram uma taxa de crescimento populacional de 2,48% e 2,02% respectivamente, os municípios de Cananéia e Ilha Comprida apresentaram taxas de crescimento de 6,14% e 17,78% respectivamente (IBGE, 2001). Segundo Hanazaki (2001), existe uma tendência da base da pirâmide etária dos moradores caiçaras de Pedrinhas ser estreita (excluindo os recém-chegados), porém transitória se considerado como pressuposto que as populações locais acompanham a tendência de crescimento populacional regional.

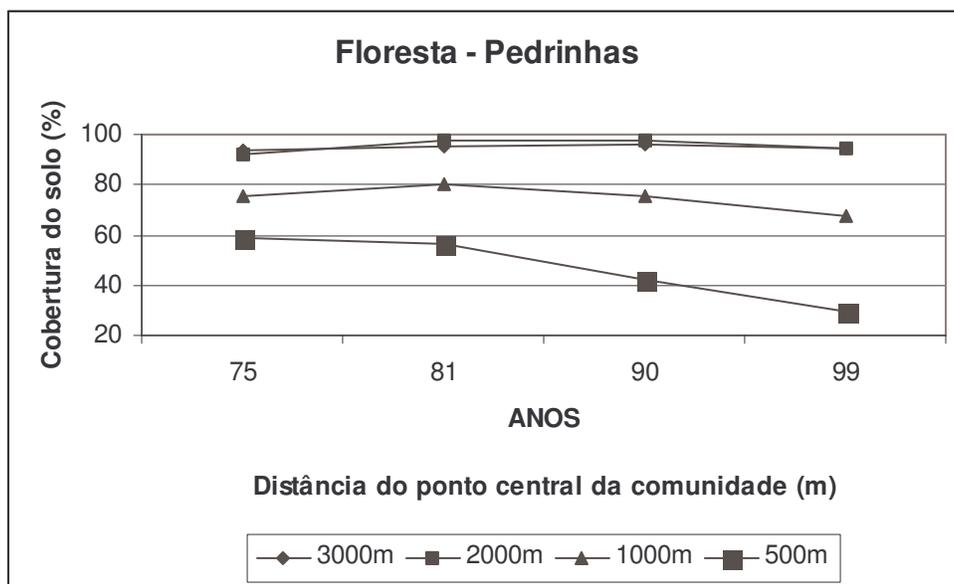


Figura 2.11. Análise da proporção de Floresta de acordo com a distância do ponto central da comunidade de Pedrinhas.

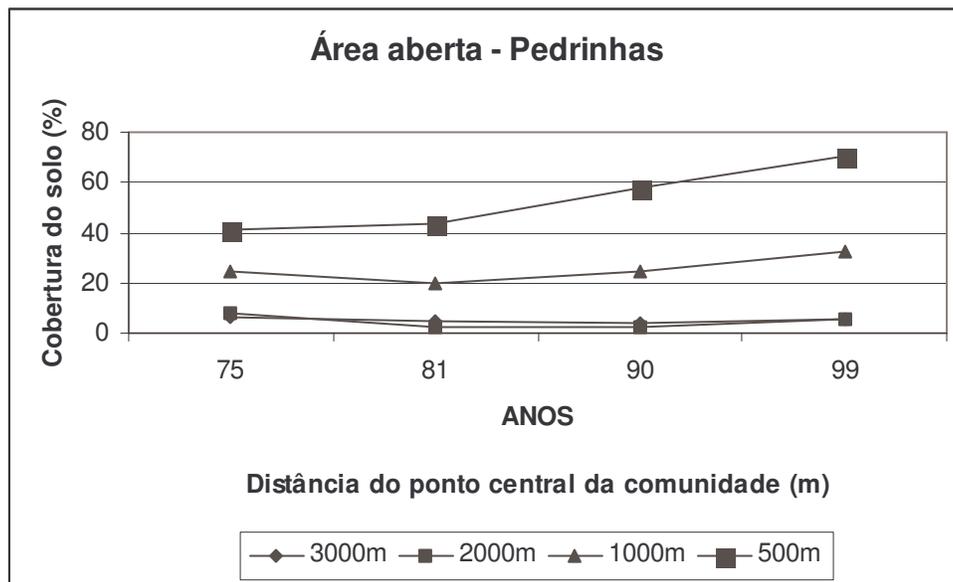


Figura 2.12. Análise da proporção de Área aberta de acordo com a distância do ponto central da comunidade de Pedrinhas.

2.5. Conclusões

Tanto numa escala regional como local há uma tendência de recuperação das áreas de floresta mais estruturadas como a Floresta Ombrófila Densa. As porcentagens relativas das áreas de restinga tenderam a diminuir num contexto regional e local, concomitante ao aumento das áreas abertas. O município de Ilha Comprida apresenta a menor proporção relativa de Floresta, resultado de sua história de ocupação imobiliária (Maretti e Filet, 1988). O município de Cananéia apresentou a maior área relativa de floresta, exibindo ligeira recuperação na década de 1990 em relação a uma tendência de queda nos anos anteriores.

O uso de *buffer zones* foi eficiente em revelar padrões diferentes de cobertura do solo. As áreas mais próximas ao núcleo central apresentaram padrões diferentes dos anéis mais externos. Esta ocorrência foi observada principalmente no contexto das comunidades estudadas. No entorno dos dois bairros foram observadas tendências diferentes entre os anéis mais externos e o anel central, que exibiu uma forte redução da cobertura florestal no

intervalo de 24 anos analisado. Esta constatação revela que as comunidades concentraram sua estrutura urbana e reduziram o impacto nas áreas mais externas (acima de 1000m).

A recuperação das áreas de floresta em diferentes níveis de análise resulta em parte das alterações no modo de vida que as comunidades caçaras vem passando. Apesar da histórica relação com a agricultura itinerante, esta está em mais uma fase de declínio. Não há dúvidas de que esta atividade não têm mais influência na cobertura vegetal da região estudada. No entorno das roças analisadas a vegetação se recuperou e as áreas urbanas das comunidades aumentaram. Responde pela sustentação econômica destas comunidades sua flexibilidade em procurar por alternativas complementares. O turismo, a pesca artesanal, a pesca voltada para o turismo, o trabalho como caseiros, a extração de espécies de valor econômico e a aposentadoria dos mais velhos têm sustentado as famílias nestes locais (Hanazaki, 2001; Castro, 2002; Hanazaki et al., 2004). A pressão nas áreas de floresta não foi resultante exclusivamente de atividades agrícolas, que persistem por estarem integradas a outras atividades econômicas complementares.

Apesar da escala de tempo analisada corresponder a aproximadamente uma geração, a recuperação de áreas de floresta podem ocorrer mesmo tendo à sua volta altas taxas de crescimento populacional. Esta constatação sugere que em outras épocas nas quais a agricultura sofreu declínio, as áreas de floresta podem ter se recuperado ainda mais rápido.



ELSEVIER

Agriculture, Ecosystems and Environment 92 (2002) 171–183

**Agriculture
Ecosystems &
Environment**

www.elsevier.com/locate/agee

Current and lost diversity of cultivated varieties, especially cassava, under swidden cultivation systems in the Brazilian Atlantic Forest

Nivaldo Peroni^{a,b,*}, Natalia Hanazaki^{a,c}

^a NEPAM (Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais)/UNICAMP, CP 6166, 13081-970, Campinas, SP, Brazil

^b PG Biologia Vegetal, Instituto de Biologia, UNICAMP, Campinas, Brazil

^c PG Ecologia, Instituto de Biologia, UNICAMP, Campinas, Brazil

Received 27 October 2000; received in revised form 22 August 2001; accepted 28 August 2001

Abstract

Tropical agricultural systems characterized by swidden-fallow practices have been studied in many tropical areas of the world. One feature of these systems is the high diversity of cultivated species and varieties. The objective of this paper was to analyze the inter and intraspecific diversity of cultivated crops under swidden cultivation systems adopted by *caiçaras* in the Brazilian Atlantic Forest, and the genetic erosion of this diversity in the last decades. To analyze the inter and intraspecific diversity of cultivated crops under swidden cultivation systems in the Brazilian Atlantic Forest, interviews were performed in 33 swidden agriculturists' households concerning the species and varieties under cultivation and others that have been lost. The plots were visited to check the crops cited in the interviews. The agriculturists cited 261 varieties from 53 crop species, with 30.6% of lost varieties. Each agriculturist cited an average of 25 varieties. The main crop was cassava (*Manihot esculenta* Crantz), followed by yams (*Dioscorea* spp.), sweet potato (*Ipomoea batatas* Poir.), squash (*Cucurbita pepo* L.), sugarcane (*Saccharum officinarum* L.), and beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Among the interviewed agriculturists, 87% of them have sons and/or daughters not involved in agricultural activity, reflecting a trend toward the loss of the local agricultural skills. A model was proposed to explain the dynamics of the system focusing on the crop diversity and considering the resource resilience. The exchange of crop varieties among agriculturists builds a network which buffers against the loss of the managed diversity in the regional scale. Features such as the itinerancy cycles of fallow/swidden, and the traditional ecological knowledge contribute to the increasing of the managed diversity. However, the agriculturists also pointed out several factors contributing to the depletion of the managed diversity, related to restrictive environmental laws, rural exodus, increasing tourism, and changing of livelihood activities. The loss of crop diversity indicates the urgency for strategies towards the maintenance of the diversity and knowledge tied to the agricultural systems of *caiçara* communities, calling for specific strategies and policies to avoid the loss of their agricultural legacy.

© 2002 Elsevier Science B.V. All rights reserved.

Keywords: Swidden agriculture; *Caiçaras*; Genetic erosion; Traditional ecological knowledge; Resilience; Atlantic Forest; Brazil

1. Introduction

Shifting cultivation, slash-and-burn agriculture, or the complex approach of swidden-fallow cultivation (Conklin, 1954; Geertz, 1963; Beckerman, 1983; Denevan and Padoch, 1987; Brookfield and Padoch,

* Corresponding author. Present address: NEPAM (Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais)/UNICAMP, CP 6166, 13081-970 Campinas, SP, Brazil. Tel.: +55-19-3788-76-90; fax: +55-19-3788-76-90.

E-mail addresses: nivaldo@nepam.unicamp.br (N. Peroni), natalia@nepam.unicamp.br (N. Hanazaki).

1994; Fox et al., 2000) encompasses a diversity of agricultural practices found throughout tropical humid areas all over the world, including the lowland and mid-elevated forests in tropical America (Kleinman et al., 1995; Piperno and Pearsall, 1998; Coomes et al., 2000). Some of these farming methods mimic natural ecological processes, and their sustainability relates to ecological models they follow (Altieri, 1999).

Agricultural practices are often seen as a primary cause of the disappearance of the remaining forests by well-intentioned conservationists, and are frequently viewed as a “wasteful” and “destructive” technique (Brady, 1996; Tinker et al., 1996; DeJong, 1997; Piperno and Pearsall, 1998). Nevertheless, swidden cultivation is an enormously successful adaptation to the rigors and constraints of the tropical forest. It is associated with a social organization characterized by household autonomy in decision making, relatively small and shifting settlements, often composed of a few related families and low population densities (Kleinman et al., 1995; Piperno and Pearsall, 1998). The management of these systems involves much more than simply slashing, burning, planting, weeding, and fallowing (Alcorn, 1990).

The high inter and intraspecific diversity of cultivated species is one of the features of these agricultural systems, coped with the maintenance of evolutionary processes, including interactions between people and crops, germplasm conservation, and environmental conservation (Oldfield and Alcorn, 1987; Brush, 1995; Salick, 1995; Salick et al., 1997; Peroni, 1998). Traditional varieties are used by agriculturists on swidden cultivation as a key component of their agricultural systems. These varieties are the raw material for the development of virtually all modern varieties (Cleveland et al., 1994; Wood and Lenné, 1997), and are of great strategic importance for all countries in the world (Martins, 1994).

Several studies point out the relevance of the traditional ecological knowledge in the understanding, managing, and interacting with the diversity of natural resources (Gliessman, 1992; Plotkin, 1995). In many cases, the biodiversity conservation is considered a cultural imperative (Shiva, 1996). The complexity of these agricultural systems reflects the complexity of the knowledge needed to manage it: besides the great richness of species managed in consortium, the majority of these species have high intraspecific diversity,

distinct times for planting, and different uses for each variety (Kerr, 1987; Martins, 1994).

Brazilian Atlantic Forest is an area with a high concentration of endemic species threatened by a severe loss of habitat (Myers et al., 2000). This area, however, is probably been used and managed by indigenous populations since pre-Columbian times (Balée, 1992). Swidden agriculture is one of these management practices, which was also adopted by *caíçaras* (Peroni and Martins, 2000). *Caíçaras* are native inhabitants of Brazilian Atlantic coast, and they descend from native Indians, Portuguese and European colonizers, showing also influences from African culture (Mussolini, 1980; Marcílio, 1986; Hanazaki et al., 1996; Begossi, 1998). The original livelihood of *caíçaras* was based on swidden agriculture blended with fishing activities (Oliveira et al., 1994; Hanazaki et al., 1996, 2000; Begossi, 1998; Peroni and Martins, 2000).

The objective of this paper was to describe and analyze the inter and intraspecific diversity of cultivated crops under swidden cultivation systems in the Brazilian Atlantic Forest, regarding to: (1) the species and varieties currently cultivated; (2) the species and varieties lost; and (3) the importance of the knowledge associated to the agricultural practices in this region. The genetic erosion of the intraspecific diversity in the last decades was analyzed, recovering the local knowledge on the cultivated varieties.

2. Materials and methods

2.1. Characteristics of swidden systems in the Brazilian Atlantic Forest

According to Kleinman et al. (1995) slash-and-burn agroecosystems are important to rural poor and indigenous peoples in the developing world, and can be ecologically sustainable under some circumstances such as low population density. Schmidt (1958) analyzed the *caíçara* swidden agriculture with slash-and-burn in the first half of 20th century and its historical importance since pre-Columbian times (see also Dean, 1997). Today, in the coastal Atlantic Forest region, swidden agriculture has lost its economic importance, but it is still practiced by persevering agriculturists.

In the studied region, swidden agriculture is practiced with different degrees of itinerancy, ranging

Table 1

Characteristics of the 33 households from 16 *caičara* settlements from the southern coast of São Paulo State (Brazil) included in this study

Settlement	Local households (estimated)	Agriculturists households	Households included in this study	“Casas de farinha”
Aquários	25	1	1	1
Vila Nova	35	2	2	1
Praia do Leste	15	1	1	0
Icapara	300	18–24	7	13
Sorocabinha	15	3	2	– ^a
Ilha Grande	25	2	2	1
Subaúma	11	3	2	0
Porto Cubatão	100	3	1	3
Itapitanguí	200	4	1	– ^a
Prainha	6	2	1	2
São Paulo Bagre	20	3	3	3
Agrossolar	10	1	1	1
Papagaio	1	1	1	1
Juruvaúva	6	2	2	1
Pedrinhas	40	5	5	2
Ubatuba	5	2	1	2
Total	866	53–59	33	31

^a No data available.

from the slash-and-burn of secondary vegetation (“*capoeiras*” or “*tigueras*”), to the itinerancy within the small holdings, also including almost sedentary agricultural practices, in plots (“*roças*”) near the settlement neighborhoods or inside house gardens.

The agriculturists included in this study live in settlements with 1 to about 300 native families (Table 1). Some of these settlements are villages and also include several houses of newcomers and tourists, such as Icapara, Agrossolar, Pedrinhas, Porto Cubatão, Itapitanguí, and Subaúma.

The studied settlements are in areas of “*restinga*” which are coastal vegetation formations in sandy areas (Monteiro and Cesar, 1995) and secondary forest under sand to clay dominated soils. Some agriculturists plant their crops over remains of shells mounds named “*casqueiras*” or “*sambaquis*” (Gaspar, 1998). These environments allow the use of the same plot by longer periods, due to its soil rich in nutrients such as phosphorus, potassium, calcium, and magnesium.

The plots are planted between August and October, and used during 2 years in average. The plots are kept in fallow for 1–20 years, and cultivated again. However, there is a trend toward the dissociation of swidden and fallow cycles. The agriculturists revealed that the time span of the fallows is reducing and the plots

are being cultivated during longer periods, to fit the Brazilian legislation about secondary vegetation use.

The use of areas in early stages of succession (1–4 years) are being preferred due to the facility of cleaning and the labor shortage, but also leading to the re-utilization of areas with reduced fertility. Community labor systems (“*mutirões*”), in which relatives and neighbors cooperated in plot openings, were common in the past but now are rare or inexistent. Plot openings are now in charge of family members only.

Agriculture is not the major economic activity in the region, as suggested by the number of agriculturist’s households in each settlement (Table 1). Since the 1950s, this original *caičara*’s livelihood activity has been replaced by fishing, and more recently by tourist related jobs (Hanazaki et al., 1996).

Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) is the main crop in this system, also representing a key crop for the understanding of the particularities of the shifting cultivation. This species was domesticated in Neotropical lowlands (Allem, 1994; Piperno and Pearsall, 1998), and was historically important to the subsistence of Amerindian and native people. It has high intraspecific diversity, it is propagated vegetatively, and it can be useful as a model to explain tropical patterns of agriculture and domestication.

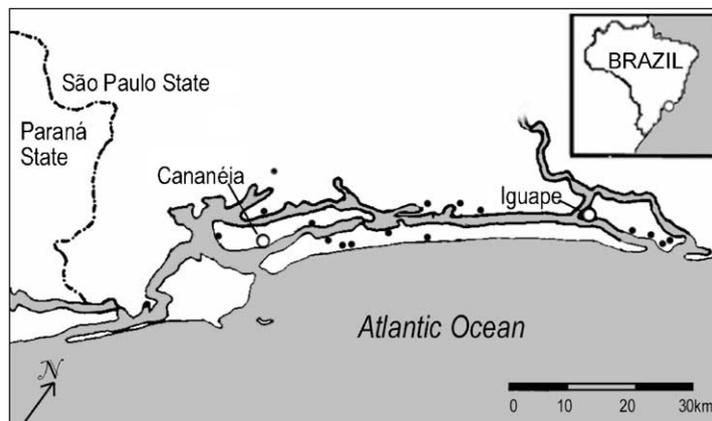


Fig. 1. Study site: southern coast of São Paulo State, Brazil. Black dots indicate the settlements included in this study.

“Casas de farinha” or “tráficos” are the places where the cassava flour is processed (Schmidt, 1958). They are small houses with a grater, a press, and an oven. Their presence in each settlement (Table 1) points out the importance of agricultural activity, especially concerning the bitter cassava, which must be processed into flour prior to consumption. Bitter cassava are those varieties with high content of cyanidric acid (HCN), while sweet varieties are those with lower HCN contents. Among *caíçaras*, sweet cassava can be consumed boiled, fried, as flour, or even raw, while bitter cassava needs to be processed as flour before consumption.

Agricultural products are mainly directed to household’s direct subsistence. Cassava flour is the main agricultural product marketed, sold few and far in the neighborhoods. Rarely, some yams (*Dioscorea* spp.) are also sold. Although the high intraspecific diversity of cassava, the preference for processing flour involves a few varieties only, such as “*casuda*” (and its sub-varieties “*casuda grande*” and “*casudinha*”), “*mandipóia*”, “*imperial*” and “*jurema*”. All these varieties are bitter.

2.2. Interviews

This study was carried out during 1998–1999 in the southern coast of São Paulo State, Brazil, in chosen settlements where swidden practices and fishing activities are still found. Thirty-three households from

16 *caíçara* settlements were included in this study (Fig. 1).

A sample of the agriculturists, both men and women, was interviewed in these *caíçara* settlements. The choice to include or not an agriculturist’s household was based on the following: (a) the family practiced swidden cultivation in the last 5 years or still practices it; (b) the agriculturists are *caíçaras*; and (c) the family agreed to participate in this study. The semi-structural interviews were based on questionnaires about the swidden cultivation, crop species and varieties cultivated in the present and in the past 30 years, and management practices. The period of 30 years was defined as the approximate age when the agriculturists would have begun their agricultural activities as an independent family. The species and varieties quoted in the interviews were checked through visits to past and current cultivated plots (*roças*), and to the yards near the houses.

2.3. Data analysis

Data on diversity were analyzed through methods used by quantitative ethnobotany (Begossi, 1996; Hanazaki et al., 2000), such as diversity indices. The Brillouin index (Magurran, 1988; Zar, 1996) was used, considering that the recording of all varieties cultivated by each agriculturist is a collection and not a sample. The index is used to compare the managed varieties per species by each agriculturist, and not

the abundance of varieties or species cultivated in each plot. The Brillouin index (HB) is given by the following equation:

$$HB = \log_2 N! - \frac{\sum \log_2 n_i!}{N} \quad (1)$$

where N is the total number of varieties cultivated by the agriculturist and n_i the number of varieties per each species.

The number of varieties cited as lost divided by the total of citations for each variety gives the index of loss (IL), which ranges from 1 (totally lost) to 0 (still cultivated by some agriculturist). It expresses the risk of a variety being lost in the whole assemblage of agriculturists included in this study.

3. Results and discussion

3.1. Diversity of crops

Although the percentage of agriculturists was low (10%) among the total population (Table 1), the number of cultivated varieties was high (Table 2). The agriculturists cited 263 varieties from 43 crops currently cultivated and seven crops that were cultivated in the last 30 years but are currently lost.

Each agriculturist cited an average of 25 varieties (standard deviation (S.D.) = 14 varieties) from 10 species (S.D. = 4 species). The average number of the current varieties per agriculturist was 14 (S.D. = 12 varieties) from six species (S.D. = 5 species). The average number of lost varieties was 11 varieties per

Table 2

Main crops cultivated in plots by the *caiçaras* in the southern coast of São Paulo State (Brazil), cited by at least 10% of the agriculturists

Crop	Species	Family	NV ^a	NL ^b
Mandioca	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	Euphorbiaceae	62	11
Cará	<i>Dioscorea</i> spp.	Dioscoreaceae	29	8
Batata doce	<i>Ipomoea batatas</i> Poir.	Convolvulaceae	29	8
Arroz	<i>Oryza sativa</i> L.	Poaceae	26	23
Banana	<i>Musa paradisiaca</i> L.	Musaceae	24	4
Cana	<i>Saccharum officinarum</i> L.	Poaceae	22	4
Feijão	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Fabaceae	16	11
Abóbora	<i>Cucurbita pepo</i> L.	Cucurbitaceae	5	3
Taiá	<i>Xanthosoma sagittifolium</i> Schott	Araceae	3	0
Milho	<i>Zea mays</i> L.	Poaceae	2	0
Mangarito	<i>Xanthosoma</i> sp. 1	Araceae	1	0
Inhame	<i>Xanthosoma</i> sp. 2	Araceae	1	1
Pepino	<i>Cucumis sativus</i> L.	Cucurbitaceae	1	0
Tomate	<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.	Solanaceae	1	0
Abacaxi	<i>Ananas comosus</i> Merr.	Bromeliaceae	1	0
Melancia	<i>Citrullus lanatus</i> (Thunb.) Matsum. And Nakai	Cucurbitaceae	1	0
Araruta	<i>Maranta arundinacea</i> L.	Marantaceae	1	0
Other ^c			36	7
Total			261	80
Percentage of loss			30.6	

^a Number of varieties cited.

^b Number of varieties cited as lost.

^c Other species with two varieties: almeirão (*Cichorium endivia* L.) and cajú (*Anacardium occidentale* L.); with one variety: abacate (*Persea americana* Mill.), acelga (*Beta vulgaris* L. var. *cicla* L.), alface (*Lactuca sativa* L.), alho (*Allium sativum* L.), amendoim (*Arachis hypogaea* L.), ata (*Annona squamosa* L.), bucha (*Luffa* spp.), cabaça (*Lagenaria vulgaris* Ser.), café (*Coffea arabica* L.), cebola (*Allium cepa* L.), couve (*Brassica oleraceae* L. var. *acephala* DC.), graviola (*Annona muricata* L.), jaca (*Artocarpus integrifolia* L.), jiló (*Solanum gilo* Raddi), laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck), limão (*Citrus aurantifolia* Swingle), mamão (*Carica papaya* L.), manga (*Mangifera indica* L.), maracujá (*Passiflora edulis* Sims), palmito (*Euterpe edulis* Mart.), pimentão (*Capsicum annum* L.), pitanga (*Eugenia uniflora* L.), salsinha (*Petroselinum sativum* L.), and uva (*Vitis vinifera* L.); with one variety cited as lost: abacaxi do mato (*Ananas* sp.), açafraão or safroa (non-identified), cenoura (*Daucus carota* L.), couve flor (*Brassica oleracea* L.), pepinel (maxixe) (*Cucumis anguria* L.), quiabo (*Hibiscus esculentus* L.), and vagem (Leguminosae, non-identified).

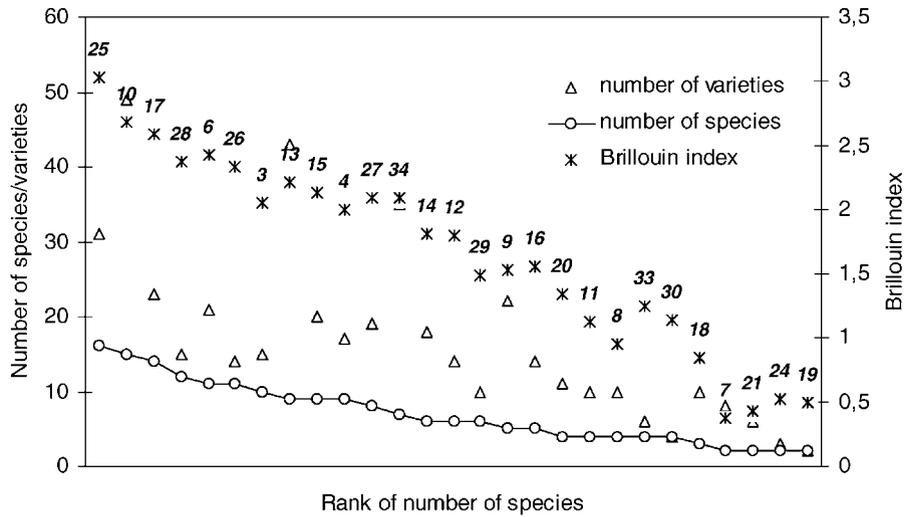


Fig. 2. Rank-frequency distribution following the number of species per agriculturist (richness) from the highest to the lowest, number of varieties cultivated per agriculturist, and diversity of current cultivated varieties per agriculturist (Brillouin index). The numbers in italics indicate the agriculturists interviewed in the southern coast of São Paulo State, Brazil.

agriculturist (S.D. = 8 varieties) from four species (S.D. = 3 species). High values of standard deviations reflect different individual strategies by the agriculturists (Emperaire and Pinton, 1999) and the heterogeneity on the maintenance of varieties among *caiçaras*'s families, besides their common origin.

Diversity indices were calculated in order to compare the knowledge and the management of varieties among the agriculturists (Fig. 2). Agriculturists who manage the higher variety diversities played an important role in the regional system of swidden agriculture. They managed many varieties from many crops (e.g. agriculturists numbers 25, 10, 17, 6, 28, 26; Fig. 2). The average diversity measured by the Brillouin index was $HB = 1.55$ ranging from $HB = 0.38$ to 3.03 (Fig. 2).

Agriculturists with higher diversities (those on the left side of Fig. 2) fit into a profile of those who manage assemblages with more varieties within more species, and tend to have the better knowledge and skills about swidden systems, when compared to those on the right side of Fig. 2.

There are no key actors among *caiçaras* in the sense pointed out by Salick et al. (1997), who considered the Amuesha's shaman as the paramount keeper of cassava's diversity, because this person cultivated and

managed 53 varieties, contrasting with the average of 5.9 varieties cultivated by other agriculturists. In the present study, among the main cited crops, cassava has an average of 5.4 varieties currently cultivated per agriculturist, while yams and sweet potato (*Ipomoea batatas* Poir.) have averages of 1.6 and 1.8 varieties per agriculturist, respectively. Among *caiçaras*, the figure of a shaman does not exist, yet the interchange of varieties among *caiçara* agriculturists seems to be more intense than among the Amuesha. Agriculturists who rely on a lower diversity of cultivars know that they depend on the other agriculturists as a source of new or lost varieties.

Some features are common among the high-diversity managers. First, they are agriculturists who own their land. The majority of the other agriculturists do not have this safety of having their own land to cultivate every new agricultural cycle. Second, they cultivate more than one plot per year, and they can rotate the plots inside their property from one year to another.

Some agriculturists rely just on a few varieties from a few crops (e.g. numbers 7, 21, 24, 19; Fig. 2). Lower diversities are pushed by changing factors simplifying the swidden system, which results in the choosing of a few species and the management of a few varieties per crop (often one). A remarkable agriculturist is number

19, who manages a low diversity, and closely reflects a market economy, producing cassava flour to be sold in the village of Icapara. Besides one variety of banana (*Musa paradisiaca* L.) planted for consumption, this agriculturist plants only one variety of cassava as a monocrop. The tendency to homogeneity in cultivation with increasing market dependence was also reported by Salick et al. (1997).

3.2. Species cultivated

The main species cultivated in plots were cassava, followed by yams, sweet potato, squash (*Cucurbita pepo* L.), sugarcane (*Saccharum officinarum* L.), and beans (*Phaseolus vulgaris* L.) (Table 2). Several agriculturists also cultivated bananas and fruits (such as cashew, *Anacardium occidentale* L., and avocado, *Persea americana* Mill.) on the borders of the main crops. Rice (*Oryza sativa* L.) was an important crop in the region until the end of the 19th century, but nowadays it is planted by few agriculturists. The percent of loss (30.6%) on Table 2 indicates the percent of varieties not cultivated by any agriculturist.

Peroni and Martins (2000) found 61 varieties of 12 different species cultivated by just one family of traditional farmers from southern São Paulo State, reflecting the high inter and intraspecific diversity cultivated. The great species richness reflects the agriculturist's skills in integrating varieties of different species in the same cultivation environment, reflecting the complexity of their crops system. The majority of the crops are of vegetative propagation, and the intraspecific diversity is high in each crop. Management features, such as the use of fallow areas, associated with life history components of these crops, such as seed dormancy, amplify this diversity (Peroni and Martins, 2000).

The relevance of cassava and of its intraspecific diversity was documented elsewhere, especially in the Amazonian region (Carneiro, 1983; Boster, 1983, 1984; Chernela, 1987; Salick et al., 1997). Among the Jivaro from Peru, Boster (1983) found that cassava is a highly dominant crop, and its number of varieties is far greater than of all other species combined. The Peruvian Aguaruna and Huambisa maintain more than 100 distinct cassava varieties each. This author also mentioned about 700 distinct names for cassava varieties cultivated by the Aguaruna (Boster, 1984). Among the Kuikuru from Brazilian Amazonia,

Carneiro (1983) found 46 varieties of cassava, all bitter, but the six varieties most grown comprises over 95% of all the cassava varieties planted by Kuikuru. Chernela (1987) reported 137 bitter varieties cultivated by the Tukâno. Salick et al. (1997) found 204 varieties of cassava among the Peruvian Amuesha, which can be grouped in 39 phenotypes. These authors also pointed out that over 50% of the common names given to cassava varieties are unique to particular extended families cultivating the variety, often resulting in the same phenotype having distinct common names in different families (Salick et al., 1997).

The names given by *caiçaras* for the cassava varieties are quite homogeneous among the different households. The most cited varieties share the same morphological or agricultural features. For example, the main feature of “*aipim vassourinha*” (Table 3) is the leaf shape with narrow lobes; the variety “*Cascuda*” is characterized by its relatively high productivity in any conditions of soil and fertility; and the roots of “*aipim manteiga*” are yellow.

Analyzing genetically and morphologically the local varieties of cassava cultivated in Brazilian Atlantic Forest, Peroni (1998) and Peroni et al. (1999) showed that agriculturists are coherent in distinguishing and identifying the different varieties by morphology, but they underestimate the real genetic variability of cassava. Their results confirm the trend suggested by Quiros et al. (1990) with Andean potato, but with cassava the clones are like “genotypes’ families”, also showing an intravarietal variability.

The agriculturists consider each variety of cassava, yams, and sweet potato corresponding to clones, and each variety as corresponding to a different genotype. Quiros et al. (1990) and Peroni (1998) provide evidence for a higher number of genotypes and a higher level of variability, hence the number of varieties with different genotypes of the species in Table 2 is certainly higher than the diversity actually perceived by the agriculturists.

3.3. Lost diversity

Different species and varieties are under different degrees of risk of being lost in the whole assemblage of agriculturists. For example, the rice variety “*arroz amarelão*” was cited by 36.4% of the interviewees, but it has a high risk of being lost in the region (IL =

Table 3

Species, varieties and sub-varieties cited in 33 interviews in the southern coast of São Paulo State (Brazil)

Local name (species)	Percentage of citations	IL ^a
Aipim vassourinha (<i>Manihot esculenta</i> Crantz)	60.6	0.5
Mandioca cascuda (<i>Manihot esculenta</i> Crantz)	60.6	0.35
Aipim manteiga (<i>Manihot esculenta</i> Crantz)	60.6	0.3
Mandioca mandipóia (<i>Manihot esculenta</i> Crantz)	57.6	0.42
Cará de espinho (<i>Dioscorea cayenensis</i> Lam.)	57.6	0.32
Taioba (<i>Xanthosoma sagittifolium</i> Schott)	51.5	0.35
Batata doce branca (<i>Ipomoea batatas</i> Poir.)	48.5	0.31
Aipim cinco minutos (<i>Manihot esculenta</i> Crantz)	48.5	0.31
Arroz amarelão (<i>Oryza sativa</i> L.)	36.4	0.92
Cará frissura ^b (<i>Dioscorea bulbifera</i> L.)	36.4	0.67
Abóbora (<i>Cucurbita pepo</i> L.)	36.4	0.33
Batata doce roxa (<i>Ipomoea batatas</i> Poir.)	36.4	0.33
Banana nanica ^c (<i>Musa paradisiaca</i> L.)	36.4	0.08
Feijão carioquinha (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	33.3	0.36
Mandioca imperial (<i>Manihot esculenta</i> Crantz)	33.3	0.27
Banana branca ^d (<i>Musa paradisiaca</i> L.)	33.3	0.18
Mangarito (<i>Xanthosoma</i> sp. 1)	30.3	0.8
Feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	30.3	0.7
Mandioca cascudinha (<i>Manihot esculenta</i> Crantz)	30.3	0.4
Cará guaçu (<i>Dioscorea</i> sp.)	27.3	0.67
Cará mirim (<i>Dioscorea trifida</i> L.)	24.2	0.88
Batata doce (<i>Ipomoea Batatas</i> Poir.)	24.2	0.75
Cará São João (<i>Dioscorea trifida</i> L.)	24.2	0.5
Cana (<i>Saccharum officinarum</i> L.)	24.2	0.25
Mandioca jurema (<i>Manihot esculenta</i> Crantz)	24.2	0.13
Feijão chumbinho (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	21.2	1
Mandioca mata negro (<i>Manihot esculenta</i> Crantz)	21.2	0.57
Cana caiana (<i>Saccharum officinarum</i> L.)	21.2	0.14
Aipim branco ^e (<i>Manihot esculenta</i> Crantz)	21.2	0

^a Given by the number of varieties cited as lost divided by the total number of citations of each variety, ranging from 1 (totally lost) to 0 (still cultivated by some agriculturist); only for varieties with at least 20% of citations.

^b Also called “cará moela” or “do ar”.

^c Also called “caturra”.

^d Also called “prata”.

^e Also called “chileno”.

0.92). On the other hand, the most cited varieties are not necessarily the varieties with less risk of being lost. For example, the cassava variety “aipim vassourinha” is widely known (60.6% of the citations), but the IL was 0.5. Probably the high percentage of citations of “aipim vassourinha” is related to its conspicuous morphological features. In contrast, “aipim manteiga” was equally cited because of its agronomic and culinary features (easy to cook and highly productive). This latter variety had a lower IL when compared to other varieties widely known, and is preferred in flour processing, such as cassavas “cascuda” and “mandipóia”.

There was a central group of cassava varieties, which were widely distributed among the agriculturists (Table 3). Some varieties of this group, such as “mandipóia” and “cascuda”, have been managed in the region for decades (Pierson and Teixeira, 1947).

Also, the type of varieties planted is changing, with sweet varieties gradually replacing bitter ones, originally planted only to produce flour. The sweet varieties can be eaten cooked or used to produce flour, and are planted near the houses or in backyards.

An exception to the assemblage of the most cited varieties was the yam “cará de espinho” (57.6%; Table 3). This variety was rarely planted in the plots,

and was occasionally consumed, but it is a ruderal species and can survive without direct human management. This was shown by its low IL (0.32). Besides, it was not properly cultivated, being associated mainly with human activity in environments near the houses and in secondary vegetation.

3.4. Buffer effects and resilience

The maintenance of the varieties followed the opportunist and individual strategy, as observed in Altamira (Pará State, Brazilian Amazon) with cassava (Emperaire and Pinton, 1999). In the present study, considering all the crops, the varieties kept by only one agriculturist family correspond to 35% of all the varieties cited. Adding the percentage of varieties lost (33%), a total of 68% of the cited varieties exists in only one locality or do not exist. The agriculturists argue that when they need more seeds or vegetative material to plant, they appealed to their neighbors' or to their relatives' stocks, building exchange webs of vegetative materials, such as cassava sticks or yam bulbs. Seeds were rarely bought in the nearby cities. These exchange webs were not restricted within the settlements, because frequently different settlements are connected by kin relationships. Exchange webs serve as a diversity buffer, and reinforce the importance of on-farm conservation in a regional level, connected to the local and household levels.

Resilience is the capacity of the system to absorb disturbances and this concept can be used to explain the transitions in behavior of social as well as ecological systems (Holling et al., 1998). The positive association of diversity and stability functions, such as resilience, is discussed by many authors (Walker, 1989; Pimm, 1994; Putman, 1994; Tilman, 1997), especially in agricultural systems (Boster, 1983; Kresovich and Mcferson, 1992; Swift and Anderson, 1994; Altieri, 1999; Trenbath, 1999). Cultural flexibility is often related to cultural behaviors, such as the use of the traditional and neo-traditional techniques, and might increase ecological resilience (Begossi, 1998). These techniques include diversified cropping and increasing manioc intraspecific diversity. Begossi (1998) argues that the traditional management of the *roças* is an example of attitudes that increase the ecological resilience of the *caiçara* communities, and

the loss of knowledge about cultivated varieties may work against ecological resilience.

Crop diversity can be considered as a component of the resilience of an agricultural system as a whole (Trenbath, 1999). However, crop diversity is also related with a lower scale of analysis, the one concerning the resilience of the resource. Crop diversity avoids risks for the agriculturists because the maintenance of a large gene pool allows for future selection in response to environmental change (Boster, 1983; Kresovich and Mcferson, 1992). Crop diversity loss reduces the flexibility to face environmental changes. Sambatti (1998) pointed out that in *caiçara*'s systems under environmental law restrictions, agriculturists reduced the number of cassava varieties in plots, selecting varieties adapted to lower soil fertility. This happened because the fallow periods were shortened and the plots are now used during longer periods.

When diversity is reduced, the possibility of intraspecific gene flow is reduced, as well as interspecific gene flow with wild relatives (Peroni and Martins, 2000). Besides the conscious vegetative propagation of the main crops by the agriculturists, the sexual reproductive processes (unconscious) also occurs to amplify its diversity (Martins, 1994). Less intraspecific gene flow increases the possibility of inbreeding because of the clone propagation. In the case of cassava, it is also related to inbreeding depression (Kawano et al., 1978). These factors may reduce the selection possibilities and the adaptive success of the crops.

The reduction on the resource resilience can reduce the ecological and social resilience (Berkes and Folke, 1998) by affecting the biological flexibility to face changes (Fig. 3).

In the present study, it is clear that crop diversity is being lost. Fig. 3 presents a scheme that summarizes the main factors acting on the managed diversity. There are several factors indicated by the agriculturists that show on-farm diversity loss. Among them, environmental protection laws is one of the most cited. Agriculturists consider that these laws do not fit into the local reality of on-farm diversity management. Effects of restrictive environmental laws in the studied region were also mentioned by Winther et al. (1989). These components are not an isolated Brazilian case. DeJong (1997) observed that conservationist forest policies do not reflect the problems between the state and forest-dependent people in Indonesia. This author

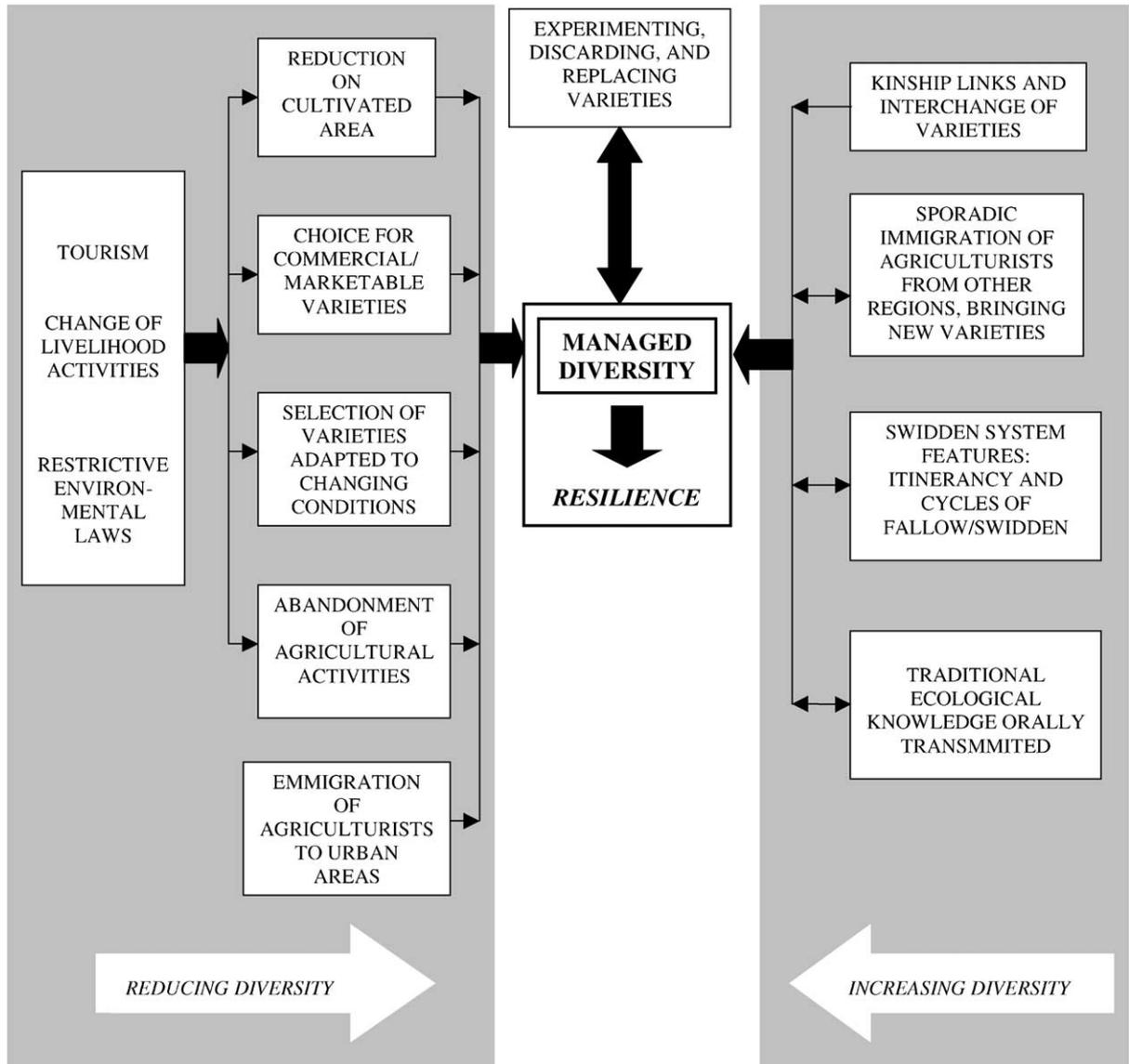


Fig. 3. Factors that influence the diversity maintenance and loss among the *caíçaras* from Atlantic Forest.

observed that the official schemes towards converting swidden agriculturists into sedentary cultivators result in reduction of biodiversity in the agricultural landscape.

Other factors pointed out by agriculturists also contribute to the reduction of managed diversity. These factors are related to rural exodus, increasing tourism, and changing of livelihood activities, which is also

related to the loss of knowledge about the varieties (Fig. 3). Among the interviewed agriculturists, 87% of them have sons and daughters who do not continue the agricultural activity. Hanazaki and Begossi (2000) suggested the same trends among *caíçaras* from the northern coast of São Paulo State. As stressed by Empeiraire and Pinton (1999), the loss of the learning process about the local varieties makes the crop diversity

more vulnerable than the loss of the biological material by itself.

4. Conclusions

Caiçara's swidden systems were characterized by the management of a high inter and intraspecific diversity of crops. This diversity has important effects on the resilience of the resources managed and on the resilience of the agricultural system as a whole. However, there was a trend toward the loss of the crop diversity, along with the traditional knowledge associated.

There was evidence that one of the shortcomings of the environmental protection laws is the resulting reduction of species and varieties cultivated, and the associated loss of knowledge about an agricultural system adapted to tropical conditions. It benefits the Atlantic Forest cover, but at the same time has negative consequences to on-farm biodiversity.

In the long term, the continuity of the swidden agriculture among *caiçaras* depends on the maintenance of this activity by a pool of agriculturists. However, many constraints to swidden agriculture make its continuity an unlikely event. The loss of crop diversity indicates the urgency for the development of strategies and policies towards the maintenance of the diversity and knowledge tied to the agricultural systems of *caiçara* communities, to avoid the loss of their agricultural legacy.

Acknowledgements

We are grateful to the Brazilian agencies that provided financial support for this research (FAPESP 97/14514-1), and doctoral grants to N. Peroni (CNPq) and N. Hanazaki (FAPESP 98/3668-8). We are also grateful to A. Begossi and F. Berkes for insightful suggestions, E.A. Veasey for English review, and to all the agriculturists, who kindly contributed in this study.

References

- Alcorn, J.B., 1990. Indigenous agroforestry strategies meeting farmers' needs. In: Anderson, A.B. (Ed.), *Alternatives to Deforestation: Steps Toward Sustainable Use of Amazon Rainforest*. Columbia University Press, New York.
- Allem, A.C., 1994. The origin of *Manihot esculenta* Crantz (Euphorbiaceae). *Genet. Resour. Crop Environ.* 41, 133–150.
- Altieri, M.A., 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agric. Ecosyst. Environ.* 74 (1–3), 19–31.
- Balée, W., 1992. People of the fallow: a historical ecology of foraging in Lowland South America. In: Redford, K.H., Padoch, C. (Eds.), *Conservation of Neotropical Forests*. Columbia University Press, New York, pp. 35–57.
- Beckerman, S., 1983. Does the swidden ape the jungle? *Hum. Ecol.* 11 (1), 1–12.
- Begossi, A., 1996. Use of ecological methods in ethnobotany: diversity indices. *Econ. Bot.* 50, 280–289.
- Begossi, A., 1998. Resilience and neotraditional populations: the *caiçaras* of the Atlantic Forest coast and *caboclos* of the Amazon (Brazil). In: Folke, C., Berkes, F. (Eds.), *Linking Ecological and Social Systems: Management Practices and Social Mechanisms for Building Resilience*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 129–157.
- Berkes, F., Folke, C., 1998. Linking social and ecological systems for resilience and sustainability. In: Folke, C., Berkes, F. (Eds.), *Linking Ecological and Social Systems: Management Practices and Social Mechanisms for Building Resilience*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 1–25.
- Boster, J., 1983. A comparison of the diversity of Jivaroan Gardens with that of Tropical Forest. *Hum. Ecol.* 11 (1), 47–68.
- Boster, J.S., 1984. Classification, cultivation and selection of Aguaruna cultivars of *Manihot esculenta* (Euphorbiaceae). *Adv. Econ. Bot.* 1, 34–47.
- Brady, N.C., 1996. Alternatives to slash-and-burn: a global imperative. *Agric. Ecosyst. Environ.* 58 (1), 3–11.
- Brookfield, H., Padoch, C., 1994. Appreciating agroddiversity: a look at the dynamism and diversity of indigenous farming practices. *Environment* 36 (5), 6–45.
- Brush, S.B., 1995. In situ conservation of landraces in Centers of Crop Diversity. *Crop Sci.* 35 (2), 346–354.
- Carneiro, R.L., 1983. The cultivation of manioc among the Kuikuru of the Upper Xingú. In: Hames, R.B., Vickers, W.T. (Eds.), *Adaptive Responses of Native Amazonians*. Academic Press, New York, pp. 65–111.
- Chermela, J.M., 1987. Os cultivares de mandioca na área do Uaupés (Tukano). In: Ribeiro, D. (Ed.), *Suma Etnológica Brasileira*, 2nd Edition. Vozes, Petrópolis, pp. 151–158.
- Cleveland, D.A., Soleri, D., Smith, S.E., 1994. Do folk crop varieties have a role in sustainable agriculture? *Bioscience* 44 (11), 740–751.
- Conklin, H.C., 1954. An ethnological approach to shifting agriculture. *Trans. NY Acad. Sci.* 17 (2), 133–142.
- Coomes, O.T., Grimard, F., Burt, G.T., 2000. Tropical forests and shifting cultivation: secondary forest fallow dynamics among traditional farmers of the Peruvian Amazon. *Ecol. Econ.* 32 (1), 109–124.
- Dean, W., 1997. A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica Brasileira. Companhia das Letras, São Paulo.
- DeJong, W., 1997. Developing swidden agriculture and the threat of biodiversity loss. *Agric. Ecosyst. Environ.* 62 (2–3), 187–197.

- Denevan, W., Padoch, C. (Eds.), 1987. Swidden-fallow Agroforestry in the Peruvian Amazon. *Advances in Economic Botany*, Vol. 5.
- Empereire, L., Pinton, F., 1999. Abordagem etno-biológica e sócio-econômica do manejo da diversidade varietal da mandioca na Amazônia: manejo da diversidade varietal da mandioca numa frente de colonização: Altamira (Pará-Brasil). Unpublished manuscript.
- Fox, J., Troung, D.M., Rambo, A.T., Tuyen, N.P., Cuc, L.T., Leisz, S., 2000. Shifting cultivation: a new old paradigm for managing tropical forests. *Bioscience* 50 (6), 521–528.
- Gaspar, M.D., 1998. Considerations of the sambaquis of the Brazilian coast. *Antiquity* 72, 592–615.
- Geertz, C., 1963. *Agricultural involution*. University of California Press, Berkeley.
- Gliessman, S.R., 1992. Agroecology in the tropics—achieving a balance between land-use and preservation. *Environ. Manage.* 16 (6), 681–689.
- Hanazaki, N., Begossi, A., 2000. Fishing and niche dimension for food consumption of caiçaras from Ponta do Almada (Brazil). *Hum. Ecol. Rev.* 7 (2), 52–62.
- Hanazaki, N., Leitão-Filho, H.F., Begossi, A., 1996. The use of resources of the Brazilian Atlantic Forest: the case of Ponta do Almada (Ubatuba, Brasil). *Interciencia* 21 (6), 268–276.
- Hanazaki, N., Tamashiro, J.Y., Leitão-Filho, H.F., Begossi, A., 2000. Diversity of plant uses in two Caiçara communities from the Atlantic Forest Coast, Brazil. *Biodivers. Conserv.* 9 (5), 597–615.
- Holling, C.S., Berkes, F., Folke, C., 1998. Science, sustainability and resource management. In: Folke, C., Berkes, F. (Eds.), *Linking Ecological and Social Systems: Management Practices and Social Mechanisms for Building Resilience*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 342–362.
- Kawano, K., Amaya, P., Rios, M., 1978. Factors affecting efficiency of hybridization and selection in cassava. *Crop Sci.* 17, 373–376.
- Kerr, W.E., 1987. Agricultura e seleção genéticas de plantas. In: Ribeiro, D. (Ed.), *Suma Etnológica Brasileira*, 2nd Edition. Vozes, Petrópolis, pp. 159–171.
- Kleinman, P.J.A., Pimentel, D., Bryant, R.B., 1995. The ecological sustainability of slash-and-burn agriculture. *Agric. Ecosyst. Environ.* 52 (2–3), 235–249.
- Kresovich, S., Mcferson, J.R., 1992. Assessment and management of plant genetic diversity—considerations of intraspecific and interspecific variation. *Field Crop Res.* 29 (3), 185–204.
- Magurran, A., 1988. *Ecological Diversity and its Measurement*. Croom-Helm, London.
- Marcílio, M.L., 1986. *Caiçara: Terra e População*. Paulinas, São Paulo.
- Martins, P.S., 1994. Biodiversity and agriculture: patterns of domestication of Brazilian native plant species. *Ann. Acad. Bras. Cienc.* 66, 219–226.
- Monteiro, R., Cesar, O., 1995. Spatial patterns of trees in the Picinguaba coastal sandy forest (State of São Paulo, Brazil). *Arq. Biol. Technol.* 38 (2), 533–540.
- Mussolini, G., 1980. *Ensaios de antropologia indígena e caiçara*. Paz e Terra, Rio de Janeiro.
- Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., Fonseca, G.A.B., Kent, J., 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403, 853–858.
- Oldfield, M.L., Alcorn, J.B., 1987. Conservation of traditional agroecosystems. *Bioscience* 37 (3), 199–208.
- Oliveira, R.R., Lima, D.F., Sampaio, P.D., Silva, R.F., Toffoli, D., Di, G., 1994. Roça Caiçara, um sistema “primitivo” auto-sustentável. *Ciência Hoje* 18, 44–51.
- Peroni, N., 1998. Taxonomia folk e diversidade intraespecífica de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em roças de agricultura tradicional em áreas de Mata Atlântica do Sul do Estado de São Paulo. Master Dissertation. ESALQ/USP, Piracicaba.
- Peroni, N., Martins, P.S., 2000. Influência da dinâmica agrícola itinerante na geração de diversidade de etnovarietades cultivadas vegetativamente. *Interciencia* 25 (1), 22–29.
- Peroni, N., Martins, P.S., Ando, A., 1999. Diversidade inter e intra específica e uso de análise multivariada para morfologia de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz): um estudo de caso. *Sci. Agric.* 56 (3), 587–595.
- Pierson, D., Teixeira, C.B., 1947. Survey de Icapara. *Sociologia* 47 (1), 3–21.
- Pimm, S.L., 1994. Biodiversity and the balance of nature. In: Schulze, E.D., Mooney, H.A. (Eds.), *Biodiversity and Ecosystem Function*. Springer, Berlin, pp. 347–359.
- Piperno, D.R., Pearsall, D.M., 1998. The origins of Agriculture in the Lowland Neotropics. Academic Press, San Diego, CA.
- Plotkin, M.J., 1995. The importance of ethnobotany for tropical forest conservation. In: Schultes, R.E., von Reis, S. (Eds.), *Ethnobotany*. Dioscorides Press, Portland, pp. 147–156.
- Putman, R.J., 1994. *Community Ecology*. Chapman & Hall, London.
- Quiros, C.F., Brush, S.B., Douches, D.S., 1990. Biochemical and folk assessment of variability of Andean cultivated potatoes. *Econ. Bot.* 44 (2), 254–266.
- Salick, J., 1995. Toward an integration of evolutionary ecology and economic botany—personal perspectives on plant/people interactions. *Ann. Mol. Bot. Gard.* 82 (1), 25–33.
- Salick, J., Cellinese, N., Knapp, S., 1997. Indigenous diversity of cassava: generation, maintenance, use and loss among the Amuesha, Peruvian Upper Amazon. *Econ. Bot.* 51, 6–19.
- Sambatti, J.B.M., 1998. Erosão genética e conservação de germoplasma de mandioca na agricultura autóctone em Ubatuba. Master Dissertation. ESALQ/USP, Piracicaba.
- Schmidt, C.B., 1958. *Lavoura caiçara*. Documentário da vida rural 14. Serviço de Informação Agrícola, Rio de Janeiro.
- Shiva, V., 1996. *Future of our seeds, future of our farmers*. Research Foundation for Science, Technology and Natural Resources Policy, New Delhi.
- Swift, M.J., Anderson, J.M., 1994. Biodiversity and ecosystem function in agricultural systems. In: Schulze, E.D., Mooney, H.A. (Eds.), *Biodiversity and Ecosystem Function*. Springer, Berlin, pp. 15–41.
- Tilman, D., 1997. Biodiversity and ecosystem functioning. In: Daly, G.C. (Ed.), *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Island Press, Washington, DC, pp. 93–112.
- Tinker, P.B., Ingram, J.S.I., Struwe, S., 1996. Effects of slash-and-burn agriculture and deforestation on climate change. *Agric. Ecosyst. Environ.* 58 (1), 13–22.

- Trenbath, B.R., 1999. Multispecies cropping systems in India—predictions of their productivity, stability, resilience and ecological sustainability. *Agrofor. Syst.* 45 (1–3), 81–107.
- Walker, D., 1989. Diversity and stability. In: Cherrett, J.M. (Ed.), *Ecological Concepts: The Contribution of Ecology to an Understanding of the Natural World*. Blackwell Scientific Publishers, Oxford, pp. 115–145.
- Winther, J., Rodrigues, E.P.F., Maricondi, M.I., 1989. A ocupação caiçara e os terrenos de marinha—terras de pescador. Programa de Pesquisa e Conservação de Áreas Úmidas/Fundação Ford/UICN/IAMÁ, São Paulo.
- Wood, D., Lenné, J.M., 1997. The conservation of agrobiodiversity on-farm: questioning the emerging paradigm. *Biodivers. Conserv.* 6, 109–129.
- Zar, J.H., 1996. *Biostatistical Analysis*, 3rd Edition. Prentice-Hall, London.

CAPÍTULO 4¹⁵

A DIVERSIDADE MORFOLÓGICA VARIETAL DE MANDIOCA



¹⁵ Parte de capítulo foi publicado como capítulo de livro: “PERONI, N. Métodos quantitativos em Etnobiologia: introdução ao uso de métodos multivariados. In: AMOROZO, Maria Christina de Mello; Amorozo, C.de M., Ming, Lin Chau., da Silva, S. P.(Orgs.). Métodos de coleta e análise de dados em etnobiologia, etnoecologia e disciplinas correlatas, Rio Claro, UNESP/CNPq, 2002.”

4.1. Introdução

4.1.1. Diversidade varietal de mandioca.

A conservação da diversidade intra-específica de mandioca está relacionada diretamente à identificação e agrupamento de indivíduos em variedades (Boster, 1984). Apesar do número de variedades não fornecer uma idéia de sua importância relativa nas roças (Emperaire, 2001), populações tradicionais (não índios) e ameríndias são ainda responsáveis por manter um número elevado de variedades sob cultivo em seus sistemas de produção agrícola (Brush, 1992).

Segundo Boster (1985), existe um modelo especial de seleção humana denominada “seleção perceptiva” (*selection for perceptual distinctiveness*) onde a manutenção de uma variedade vai depender de variações morfológicas que permitam distinguí-la de outras. Sem formas consistentes de identificação localmente desenvolvidas, o uso desta variabilidade estaria comprometida, independente dos caracteres utilizados para identificação serem adaptativos ou não (Boster, 1985). Características morfológicas e genéticas de variedades de mandioca têm mostrado que estas de fato correspondem a unidades distintas e apresentam consistência morfológica em nível intra-específico e que, em alguns casos, estão estruturadas de acordo com (etno)taxonomias locais (Boster, 1984; Boster, 1985; Peroni, 1998; Sambatti et al., 2000; Elias et al., 2001). Esta consistência é de vital importância para o reconhecimento das variedades e de sua utilidade pelas populações que as manejam. Apesar da identificação correta de variedades, a diferenciação e agrupamento de indivíduos em variedades pode ser dependente do contexto cultural e da experiência dos agricultores com as variedades (Emperaire, 2001).

Apesar das críticas sobre a escassez de trabalhos sobre a diversidade varietal de mandioca (Emperaire, 2001), esta é a espécie de propagação vegetativa mais estudada em sistemas tradicionais (ameríndios ou não) no Brasil e nas Américas. Comparações numéricas são limitadas por diferentes fatores, entre eles o interesse secundário em se quantificar variedades, e a falta de compreensão por parte do pesquisador do que representa a categoria “variedade” do ponto de vista biológico. Levando em conta estas particularidades, é possível estabelecer comparações numéricas quanto à diversidade

varietal, quando considerados níveis amostrais agregados, tais como grupos étnicos, ou mesmo famílias linguísticas.

A maior parte dos estudos sobre diversidade varietal de mandioca estão centrados na região Amazônica. Emperaire (2001) compilou 80 trabalhos de 39 autores, envolvendo 19 famílias linguísticas ameríndias, 38 grupos étnicos ameríndios e 4 grupos¹⁶ não índios. O trabalho mais antigo data de 1959 (Frikel, 1959) e os mais recentes de 2001. Para muitos dados não há informação precisa sobre qual é a escala do trabalho, ou seja, se foram considerados como unidade mínima amostral indivíduos, famílias, comunidades ou aldeias. Também faltam informações básicas sobre o aprofundamento das entrevistas ou dos levantamentos de campo (esforço amostral). Apesar da falta de referencial metodológico para análises comparativas, uma análise detalhada destes dados compilados por Emperaire (2001) possibilita comparações da diversidade entre locais de ocorrência pela unidade “localização”, pois em 23% dos casos não há informações quanto à amostra. Do total de variedades citadas em cada local (N válidos=75), considerando também as aproximações, chega-se a uma média de 24 variedades citadas por local de estudo. Considerando a unidade “grupo étnico” para comparação, chega-se a uma média de 43 variedades em cada grupo, variando de um número mínimo de uma variedade entre os Kamensa do Alto rio Putumayo, na Colômbia (Gutierrez, 1991, apud Emperaire, 2001) e máximo de 204 variedades entre os Amuesha, no Rio Palcazu, no Peru (Salick et al., 1997). Trabalhos posteriores na Amazônia, como de Emperaire (2002) e Pinton e Emperaire (2001), tendem a corrigir as lacunas metodológicas apontadas por Emperaire (2001). Pinton e Emperaire (2001), por exemplo, mostram que o número de informantes de 14 áreas estudadas pelas autoras na Bacia Amazônica (da calha do Rio Xingu a leste, até o alto Rio Juruá a oeste) variam de 5 a 29 por local. Nestes trabalhos não há informações sobre se os informantes pertencem a uma ou mais aldeias, ou às mesmas unidades familiares, ou se são informantes isolados. Apesar disso, como há sobreposição entre o número de “locais” e a “origem das populações”, o número médio de variedades por informante por local pode ser calculado. Representando então diferentes zonas de estudo na Amazônia brasileira, chega-se a 14,6

¹⁶ São considerados pela autora como grupo não índios: “agricultores colonos” (n=1); “seringueiros” (n=1); “agricultores tradicionais” (n=3); e “agricultores tradicionais caboclos” (n=5). (Emperaire 2001, Tabela 1, pg 293).

variedades em média por local, quando considerados para o cálculo tanto os grupos ameríndios e não índios (Pinton e Emperaire, 2001). Este número está bem abaixo do número de variedades calculado a partir da compilação feita por Emperaire (2001), de 43 variedades. Assim, comparações quanto ao número de variedades podem ser feitas apenas num nível amostral agregado, desconsiderando sua representatividade espacial. Comparações sobre o número de variedades dentro de locais só podem ser feitas com unidades amostrais compatíveis. São raras as unidades amostrais definidas em termos de unidades familiares ou roças “dentro” de comunidades ou aldeias (Emperaire, 2001; Pinton e Emperaire, 2001).

Apesar destas lacunas, cabe destacar alguns trabalhos clássicos executados entre os Huambisa e os Aguaruna peruanos. Segundo Boster (1984), entre os Aguaruna foram mencionadas mais de 700 nomes de variedades cultivadas de mandioca, com repetição de nomes para um mesmo genótipo. Entre os Kuikuru da Amazônia brasileira, Carneiro (1983) encontrou 46 variedades de mandioca, todas amargas (“mandiocas bravas”), mas 6 variedades representavam mais de 95% de todas as variedades plantadas pelos Kuikuru. Chernela (1987) catalogou 137 variedades amargas cultivadas pelos Tukâno, e Salick et al. (1997) encontraram 204 variedades de mandioca entre os Amuesha peruanos, as quais podem ser agrupadas em 39 genótipos. Estes autores mostraram que mais de 50% dos nomes locais de variedades de mandioca são usados por uma única família de agricultores, o que frequentemente resulta em um mesmo fenótipo com nomes diferentes, de acordo com unidades familiares diferentes (Salick et al., 1997). Há indicações claras de que os agricultores são coerentes em identificar suas variedades em nível de roça (Peroni, 1998), onde conjuntos de variedades cultivadas são coerentemente separadas e reconhecidas quanto à sua morfologia (Peroni, 1998; Peroni et al., 1999; Elias et al., 2001).

Apesar dos estudos com populações caiçaras na região sudeste da Mata Atlântica serem numerosos (Adams, 2000a), os trabalhos com mandioca em sistemas de cultivo tradicionais na região Atlântica são escassos comparados ao número de estudos na região Amazônica.

Centrados principalmente em populações caiçaras da região sudeste do Brasil, a maior parte destes estudos referem-se ao uso de recursos vegetais em nível específico, com pouca atenção para a diversidade varietal, mesmo sendo a mandioca a principal espécie

cultivada (Pierson e Teixeira, 1947; Born et al., 1992; Jovchelevich e Canelada, 1992; Adams, 2000b; Hanazaki et al., 2000; Peroni e Martins, 2000; Sambatti et al., 2001). Estes estudos mostram que as correspondências e homologias entre populações humanas no Brasil (especificamente entre os caiçaras da região sudeste e caboclos da região norte) são grandes e que há características em comum entre suas estratégias agrícolas no cultivo da mandioca. Peroni e Martins (2000) encontraram 20 variedades cultivadas em 6 unidades familiares de 5 comunidades caiçaras da região sul do Estado de São Paulo. Nestes sistemas, calcados na tradição de cultivo, a mandioca é a principal espécie cultivada, porém pouco se conhece sobre a dinâmica da diversidade varietal e sobre as influências de manejo na geração e conservação de diversidade intra específica.

4.1.2. A diferenciação entre mandiocas (“bravas” ou “amargas”) e aipins (“macaxeiras”, “mansas”, ou “doces”).

Uma característica importante na diferenciação de variedades de mandioca diz respeito à classificação de variedades nomeadas como “mandiocas bravas”, “amargas” (*bitter*) e variedades nomeadas como “mandiocas mansas”, “aipins”, “macaxeiras” ou “doces” (*sweet*). Esta classificação local é dicotômica, mas reflete uma variação contínua do teor de glucosídeos cianogênicos (HCN) presente na polpa das raízes da mandioca (Rogers e Fleming 1973). O potencial cianogênico das variedades depende da concentração de HCN presente na raiz descascada (sem a periderme). Na literatura, os limites são variáveis e dependentes da unidade e metodologia empregada para análise. McKey e Beckerman (1993) consideram que teores menores que 50mg de HCN por kg de raiz sem a periderme (peso fresco) são consideradas inócuas (“mansas”), enquanto teores acima de 100mg/kg são consideradas altamente tóxicas (“bravas”) ¹⁷. Por sua vez O'Brien et al. (1994) consideram “mansas” aquelas com menos de 10mg/kg de raiz fresca, e “bravas” aquelas variedades com mais de 500mg/kg de raiz fresca. Como o teor de HCN reflete um contínuo de variação, esta característica foi desconsiderada para a separação botânica entre “mansas” e “bravas” (Rogers e Fleming, 1973). Sob o ponto de vista botânico, esta dicotomia também não é reconhecida (Rogers e Fleming, 1973, Rogers e Appan, 1973).

¹⁷ Na literatura pode-se encontrar as concentrações determinadas também em ppm (parte por milhão) (ver Sinha e Nair 1968).

Essa característica de toxidez presente na mandioca exigiu o desenvolvimento de tecnologia apropriada para o seu uso alimentar, resultando principalmente no desenvolvimento de processos relacionados à produção de farinhas. Variedades “mansas” podem ser consumidas depois de cozidas, enquanto variedades “bravas” necessitam de processamento para eliminar o excesso de glucosídeos cianogênicos presentes na polpa. Ao longo da história evolutiva humana relacionada à domesticação de plantas, o uso de variedades de alta toxidez é um fato raro (Sievert, 2000; Johns, 1990 apud Wilson, 2003). As hipóteses para a preferência por variedades tóxicas, mesmo havendo disponibilidade de variedades pouco ou não tóxicas, dependem do contexto cultural, e podem ser conferidas em McKey e Beckerman (1993), Dufour (1993), Wilson e Dufour (2002) e Wilson (2003). Apesar destes autores considerarem que os dois grupos constituem-se de eventos de domesticação separados, e das evidências genéticas mostrarem alguma divergência entre os grupos (Colombo et al. 1998, Mühlen 1999), não há evidências evolutivas conclusivas sobre qual grupo se originou primeiro (McKey e Beckerman, 1993; Mkumbira et al., 2003).

4.1.3. Métodos de análise quantitativa.

Estudos etnobiológicos têm se beneficiado de análises quantitativas de dados, tais como métodos multivariados. Estes têm sido usados para descrever padrões de variação biológica associados a padrões de variação etnobiológicos (Höft et al. 1999). Estes autores apontam que métodos multivariados podem ser utilizados com sucesso para a interpretação de dados tais como a importância relativa de tipos de vegetação associada a grupos étnicos, de gênero ou grupos sociais; as preferências por diferentes grupos de espécies; os impactos quantitativos de técnicas agrícolas em certos caracteres de plantas, entre outros.

Métodos multivariados permitem estudar unidades de análise levando em conta a complexidade de suas estruturas. Estes métodos consideram as relações das variáveis escolhidas para descrever tais unidades e as relações das unidades com o conjunto destas variáveis. Estas análises permitem que “dimensões” diferentes das unidades possam ser conjuntamente analisadas, reduzindo com isso o tempo de análise, simplificando a apresentação de resultados e sugerindo novas hipóteses ao pesquisador (Manly, 1994). O princípio da maioria das análises multivariadas é a simplificação, na tentativa de sumarizar

um grande número de dados para um número menor de parâmetros que representam, em última análise, os dados originais (Chatfield e Collins, 1980).

4.2. Objetivos

O objetivo geral deste capítulo é estudar como a diversidade varietal está distribuída entre os agricultores caiçaras, e como as variedades de mandioca são reconhecidas e diferenciadas pela sua morfologia. Assim, os objetivos específicos deste capítulo são:

- a) Analisar como as variedades estão distribuídas entre os agricultores, e como ocorre o seu fluxo entre as unidades familiares quando é considerada a nomenclatura local;
- b) Analisar as características morfológicas mais importantes para a identificação das variedades;
- c) Avaliar as diferenças morfológicas entre mandiocas classificadas localmente como “mandioca brava” daquelas classificadas como “aipins”, ou “mandioca mansa”.

4.3. Material e métodos

4.3.1. Análise do fluxo de variedades quanto à nomenclatura local.

Para a coleta de informações sobre as variedades cultivadas foram executadas entrevistas semi-estruturadas e visitas às roças. Constam das entrevistas questões como o nome, a origem e o tempo de manejo da variedades sob cultivo (Apêndice 1). Foram usadas informações quantitativas e qualitativas quanto ao nome, número e localização de cada variedade.

Para análise de dados foram utilizados dois métodos de ordenação e agrupamento. O primeiro deles é a Análise de Coordenadas Principais (PCO) (Gower, 1966). Este método é bastante útil no estudo das relações entre unidades amostrais pois permite ordenar amostras a partir de matrizes de distância ou semelhança (Pielou, 1984). Inicialmente foram calculadas as matrizes de semelhança entre amostras (unidades familiares) baseadas na matriz de presença e ausência de variedades, refletindo assim o compartilhamento de variedades. O coeficiente de semelhança escolhido foi o coeficiente de Sørensen, que destaca as semelhanças entre unidades amostrais (Sørensen, 1948; Jongman et al., 1995). Como há variedades comuns entre os agricultores, este coeficiente foi escolhido pela sua

pequena sensibilidade à riqueza e dominância de espécies (no caso, variedades) (Jongman et al., 1995).

Para estudar conjuntamente a classificação e agrupamento de unidades familiares, quanto à distribuição das variedades pelo nome utilizado na identificação, foi utilizada a análise “*Two way indicator species analysis*” (TWINSPAN) (Hill, 1979). Esta análise permite construir uma tabela de espécies (variedades) e amostras (unidades familiares) ordenadas em conjunto. A idéia original da análise é que cada grupo de amostras pode ser caracterizado por um grupo de espécies diferenciais, que prevalecem em conjuntos dicotômicos nestes grupos amostrais (Jongman et al., 1995). Inicialmente são classificadas as amostras, para posteriormente serem classificadas as espécies (variedades), resultando assim em uma tabela ordenada nos dois modos Q e R, ou seja, pelas linhas (variedades) e pelas colunas (unidades familiares) (Valentin, 2000). A interpretação dos resultados é tanto qualitativa quanto quantitativa pois é possível identificar quais variedades são importantes em cada dicotomia, arranjadas numericamente (Gauch e Whittaker, 1981; Jongman et al., 1995).

As análises de PCO foram executadas utilizando o programa FITOPAC 1.0 de autoria do prof. G.J. Shepherd (UNICAMP), e os gráficos foram elaborados no programa STATISTICA versão 5.0. (StatSoft, 1995). Para a análise TWINSPAN foram escolhidos os parâmetros listados na Tabela 4.1, que foram determinados baseados principalmente no número médio de variedades por agricultor ($\bar{x} \cong 5,0$). As análises foram executadas no programa PC-ORD (MacCune e Mefford, 1997) e TWINSPAN (Minchin, 1997).

Tabela 4.1. Parâmetros utilizados na análise TWINSPAN.

Opções	Valores
Tamanho mínimo do grupo para divisão	5
Número máximo de espécies (variedades) indicadoras por divisão	6
Número máximo de espécies no final da tabela	100
Máximo nível de divisão	4

4.3.2. Análise das características morfológicas das variedades.

Para a caracterização morfológica das variedades foram utilizadas dois métodos: a) nas roças dos agricultores, ou “*in situ*”, e b) em campo experimental, ou “*ex situ*”. O primeiro método foi executado entre os meses de março e maio de 2001 e o segundo entre os meses de março de 2001 e abril de 2002.

4.3.2.1. caracterização morfológica *in situ*.

Para a caracterização “*in situ*” foram selecionados caracteres que os agricultores apontavam como os mais importantes e significativos para diferenciar variedades. Foi feita uma listagem preliminar destes caracteres baseada nas indicações dos agricultores, guiada pela seguinte pergunta : “Fale-me sobre as diferenças que você reconhece para separar um tipo (variedade) de outro”. A partir destas indicações foram escolhidos os caracteres: cor do broto foliar, cor da folha, cor do cabo (pecíolo), cor da maniva (caule), cor da casca da raiz, cor da pele da raiz (periderme da raiz), cor da rama (polpa da raiz). Os caracteres apontados pelos agricultores são aqueles que correspondem a características distintivas (ver modelo “*selection for perceptual distinctiveness*” de Boster 1985). Parte dos mesmos caracteres foi utilizado por Rogers e Fleming (1973), Boster (1984), Boster (1985), Cury (1993), Colombo (1997), Salick et al. (1997), Peroni (1998), Peroni (1999), e McKey et al. (2001).

Para o estudo numérico das características morfológicas é recomendado reduzir a influência da variação ambiental. Sánchez et al.(1993) enumeram três maneiras de evitar que o ambiente afete caracteres escolhidos para a taxonomia numérica: a) uso de campos experimentais; b) uso de locais comuns que partilham das mesmas características ambientais; e c) uso de caracteres de alta herdabilidade, ou seja, que pouco são influenciados pelo ambiente. Assim, foram limitados alguns caracteres quantitativos utilizados pelos agricultores, como tamanho, ou proeminência da cicatriz foliar (“olho”), e altura da planta.

Para a caracterização morfológica foram então conjugados os caracteres apontados pelos agricultores com caracteres já usados com sucesso na literatura, como por Salick et al. (1997), Peroni et al. (1999), Sambatti et al. (2001), Elias et al. (2001), e Fukuda e Guevara (1998). Deste conjunto foram incluídos, portanto, apenas os caracteres de alta herdabilidade, e considerados como qualitativos multi-estado ordenado (Sneath e Sokal,

1973) (Tabela 4.2). Para reduzir ainda mais as variações ambientais, foi dada preferência para avaliações em roças do primeiro ano de cultivo (mesma idade de uso) e, quando isso não era possível, foram considerados apenas os indivíduos com um ano de plantio. Os dados sobre fertilidade e estrutura física dos solos, destas roças de mesma idade, indicam para uma boa homogeneidade dentro de classes etárias de uso (Capítulo 1). Cabe ressaltar que para toda a caracterização morfológica foram considerados indivíduos adultos, avaliando-se o terço médio superior da planta. Este método de avaliação “*in situ*” foi utilizado com sucesso por Salick et al. (1997), Peroni (1998) e Peroni (1999). De 204 indivíduos de mandioca usadas pelos Amuesha no Peru, Salick et al. (1997) encontraram 39 fenótipos, considerando 80% de similaridade como nível de agrupamento mínimo, e Peroni (1998) encontrou consistência fenotípica e genética das variedades identificadas pelos agricultores caiçaras no sul do litoral paulista.

Um dos objetivos desta avaliação foi a participação ativa dos agricultores na avaliação do conjunto de variedades manejadas em suas roças. Assim, para cada indivíduo de mandioca avaliado, houve participação direta do agricultor na escolha dos estados que melhor definiam os caracteres avaliados.

Tabela 4.2. Caracteres e estados utilizados como descritores botânicos das variedades de mandioca.

CARACTER	SIGLA	ESTADOS
FOLHAS:		
Cor do broto foliar	(CBF)	1 – verde; 2 - verde arroxeadado; 3 – roxo
Cor da folha adulta	(CFA)	1 - verde claro; 2 – verde; 3 - verde escuro; 4 – roxo
Cor do pecíolo das folhas adultas	(CPE)	1 – verde; 2 - verde arroxeadado; 3 – vinho; 4 - roxo
Cor da base da nervura da folha	(CBN)	1 – verde; 2 - verde arroxeadado; 3 roxo
Morfologia do lóbulo foliar	(MLF)	1 – linear; 2 – lanceolada; 3 – oblonga
CAULE:		
Cor do caule jovem	(CCJ)	1 – verde; 2 – alaranjado; 3 - verde claro com manchas roxas; 4 - verde com manchas roxas; 5 – verde escuro; 6 – vinho; 7 – roxo esverdeado; 8 – roxo
Cor do caule adulto sem a película externa	(CCA)	1 – marrom claro; marrom alaranjado; 3 - marrom; 4 - marrom escuro; 5 – roxo
RAIZ:		
Cor da película externa da raiz	(CPR)	1 – creme; 2 - marrom claro; 3 – marrom; 4 – marrom escuro
Cor da casca da raiz sem a película externa	(CCR)	1 – branca; 2 – creme; 3 – rosa (roxo claro); 4 - roxa
Cor da polpa da raiz	(CPO)	1 – branca; 2 – creme; 3 – amarela

4.3.2.2. caracterização morfológica “*ex situ*”

De cada indivíduo avaliado “*in situ*” foi coletado uma estaca (maniva) para plantio em área experimental. Estas estacas foram trazidas para campo experimental do Departamento de Genética da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”¹⁸ em Piracicaba, Estado de São Paulo. De cada estaca foram feitas 5 repetições, plantadas em sacos plásticos de 3 litros. Após 4 meses de desenvolvimento em sacos plásticos os indivíduos foram transplantados para campo experimental definitivo da ESALQ/USP, localizado no município de Anhumas, Estado de São Paulo a 70 km de Piracicaba. Na área

¹⁸ O Depto de Genética da ESALQ/USP conta com infraestrutura e experiência para manutenção de variedades de mandioca devido a sua coleção de variedades tradicionais e indígenas iniciada no início da década de 1990 por Paulo Sodero Martins (*in memoriam*), ex-professor deste Departamento.

experimental o plantio foi executado com 5 repetições espaçadas de 1,50m entre plantas e 1,50m entre linhas, onde cada 5 repetições compunham um tratamento (variedade).

Para a caracterização morfológica foram avaliados pelo menos 3 indivíduos de cada variedade e incluídos 5 caracteres quantitativos aos caracteres qualitativos utilizados na caracterização “*in situ*” (Tabela 1), totalizando então 13 caracteres. Os caracteres incluídos são: número de lóbulos foliares (NLF), comprimento do pecíolo (COP), largura do lóbulo médio (LLM), comprimento do lóbulo médio (CLM), e comprimento da filotaxia (CFI), ou seja, distância “entre-nós”. Na avaliação dos caracteres qualitativos foi observado sua constância em todas as 3 plantas, e para os caracteres quantitativos, foram escolhidas 3 folhas do terço médio superior de cada planta. Apenas para o caracter “comprimento da filotaxia” (CFI), foram feitas 9 medidas nas cicatrizes foliares de 3 plantas de cada tratamento.

4.3.3 Análise de dados da caracterização morfológica.

A caracterização morfológica foi executada com auxílio de análise de agrupamento (CLUSTER), e de análises de ordenação conhecidas como Análise de Componentes Principais (PCA), e Análise de Discriminantes Simples (ADS).

4.3.3.1. Análise de agrupamento (CLUSTER).

Para cálculo das divergências fenotípicas foi calculada, a partir dos descritores estandardizados, a distância euclidiana simples entre as variedades usando a média de cada caráter. Cada variedade foi considerada como OTU (Unidade Taxonômica Operacional), para o cálculo dos coeficientes de distância numa matriz de 111 linhas (OTU's) por 13 colunas (caracteres).

As distâncias entre pares de variedades foram estudadas através de análise de agrupamento entre objetos (modo Q). O método de ligações médias não ponderadas (UPGMA), que é um método hierárquico aglomerativo sem sobreposição (SAHN) (Sneath e Sokal, 1973), foi utilizado. Neste método é calculada a média aritmética da distância entre a OTU (variedade) que se quer incluir num grupo e cada OTU (variedade) deste grupo (Dunn e Everitt, 1980). O objeto é então incluído no grupo que apresenta menor distância média com as OTU's.

Os dendrogramas produzidos foram interpretados com auxílio do coeficiente de correlação cofenética. Este parâmetro foi utilizado para aferir a consistência do agrupamento, já que esta é uma correlação entre as distâncias originais e aquelas produzidas pelos métodos de aglomeração para a construção das ligações entre grupos no dendrograma (Sneath e Sokal, 1973). Foram utilizados os programas NTSYS (Roft, 1992) versão 2.021 e FITOPAC 1.0 de autoria do prof. G.J. Shepherd (UNICAMP).

4.3.3 2. Análises de ordenação.

Para estudo das variáveis mais importantes associadas aos grupos de variedades foi usada a Análise de Componentes Principais (PCA) que permite avaliar como as variedades estão ordenadas e associadas às amostras (indivíduos). Este método produz combinações (eixos, ou componentes) de variáveis baseados nas correlações das variáveis originais. Estas combinações novas (eixos) contribuem de maneira decrescente em função da variância acumulada total dos dados. As amostras são plotadas ao longo dos eixos ou componentes, representando um plano cartesiano bi ou tridimensional, onde a eficiência do método é medida pela porcentagem da variação total contida nos primeiros eixos. Para detalhes da análise consultar Mardia et al. (1979), Dunn e Everitt (1980), Morrison (1981), Chatfield e Collins (1986), Manly (1994).

As variedades coletadas são diferenciadas em “mandioca brava” e “aipim”, indicando grau de toxidez culturalmente reconhecida. Assim, utilizando a matriz de 111 indivíduos por 5 variáveis (apenas as quantitativas) foi executada análise de discriminante simples. Esta análise permite analisar as diferenças entre grupos previamente estabelecidos com base num conjunto de atributos (MacCulloch, 1990; Manly, 1994). Os indivíduos desta matriz foram separados *a priori* em dois grupos (“mandiocas-bravas” e “aipins”).

4.4. Resultados e discussão

4.4.1. Compartilhamento de variedades e sua distribuição no espaço.

Foram citadas 58 variedades de mandioca pelos 34 agricultores entrevistados. Uma análise global da diversidade presente nesta amostra de agricultores caiçaras indica que o número de variedades citadas supera em número as comunidades de colonos descendentes de nordestinos do alto Juruá (n=16), assim como dos colonos do Xingu (n=41), dos

caboclos de Maués-Açu (n=51) e do grupo Sateré-Mawé em Marau (n=13), estudados por Pinton e Emperaire (2001). O número de variedades citadas supera também em número as variedades citadas pelos grupos de agricultores não índios revisados por Emperaire (2001a) com exceção aos agricultores em Santo Antônio do Leverger no Mato Grosso (Amorozo 2000). Dos 38 grupos revisados por Emperaire, a diversidade de variedades citadas pelos caiçaras não supera em número apenas os grupos Tariano (n=62), Baniwa (n=74), Amuesha (n=204), Makushi (n=77), Wayana (n=65), Huambisa (n±100), Tatuyo (n±100), Tukano (n=88) e Arapaso (n=64) (ver Emperaire, 2001).

Apesar deste número expressivo e inédito na literatura, 37,93% das variedades foram citadas apenas uma vez (Figura 4.1). Isto indica um número alto de variedades “raras” entre os agricultores, e aponta para o uso de nomenclatura própria, mais adequada para a identificação da variedade, para variedades de uso restrito e para novas variedades surgidas no interior de roças, via incorporação de plantas germinadas de semente. Distribuição semelhante foi encontrada por Boster (1984), Pinton & Emperaire (1999) e Amorozo (2000), ou seja, há predominância de variedades raras com um número pequeno (2 a 4) de variedades comuns a até 76% dos agricultores (Figura 4.1). A perda de variedades foi relatada, e chega a 35,15% do total que existia há trinta anos atrás (ver capítulo 2: Peroni e Hanazaki, 2002).

As variedades raras podem ter um efeito de dispersão entre as amostras analisadas, portanto estas foram retiradas da análise de TWINSPAN pois interessa analisar as variedades comuns (compartilhadas) aos agricultores. Sendo assim, foram analisadas as 34 famílias de agricultores através de 36 variedades de mandioca em cultivo, ou já cultivadas pelos agricultores. Destas 36, 18 são variedades “bravas”, ou “amargas”, e 18 são “aipins” ou “doces”, isto é, com alto e baixo nível de ácido cianídrico na raiz, respectivamente.

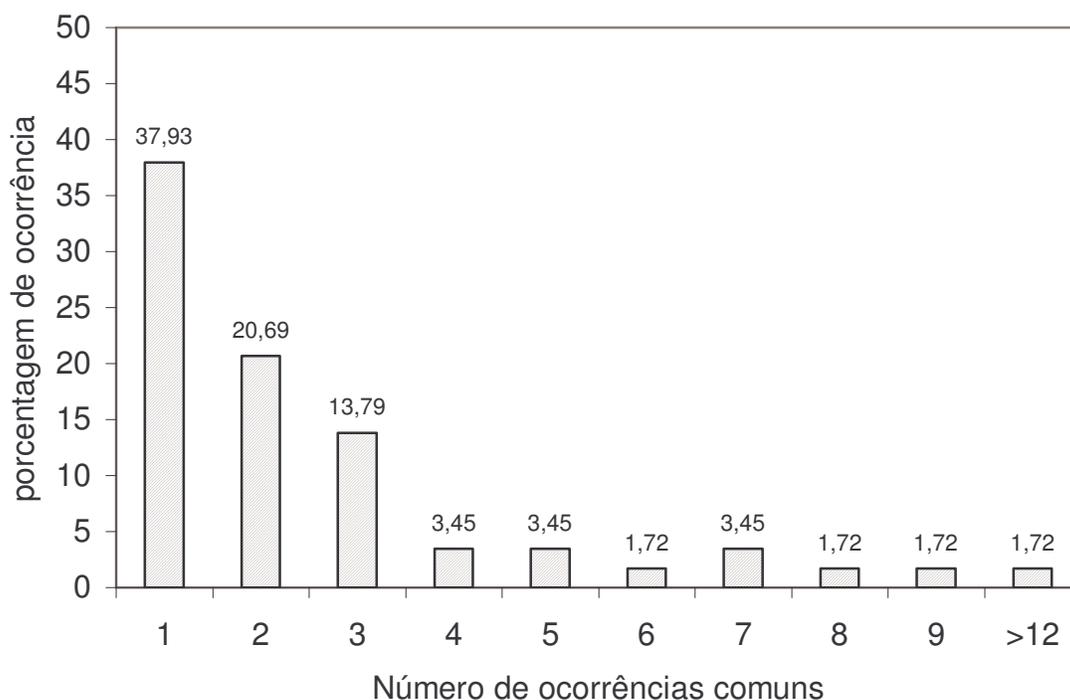


Figura 4.1. Distribuição e porcentagem de ocorrências comuns de variedades de mandioca entre agricultores.

A Análise de Coordenadas Principais (PCO), que leva em conta a matriz de semelhanças, mostrou pouca estrutura de grupos (Figura 4.2). Nesta análise os três primeiros eixos representam apenas 36,62% da variância, não podendo servir com um bom indicador de semelhanças entre famílias de agricultores baseado nas variedades que existem em comum. Isso mostra que as variedades de mandioca não estão fortemente restritas a grupos, ou regiões, apesar de haver indicações de que exista certa concordância entre unidades familiares residindo próximas umas das outras (Figura 4.2).

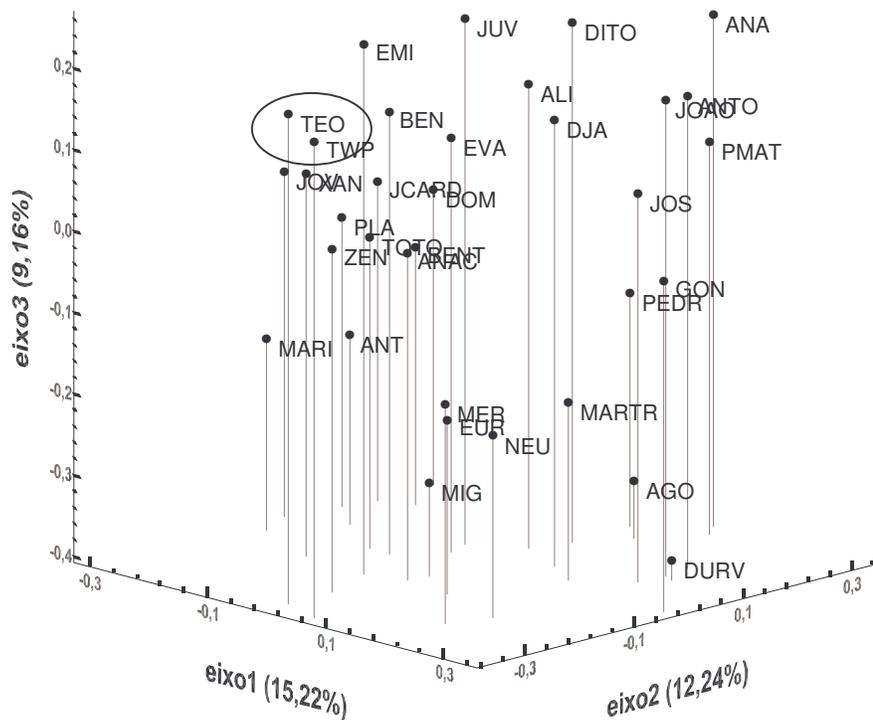


Figura 4.2. Ordenação das unidades familiares baseada na análise de coordenadas principais (PCO) utilizando coeficiente de similaridade de Sørensen. As siglas representam as unidades familiares que compartilham variedades de mandioca.

A tabela identificadora das amostras (unidades familiares) (Tabela 4.3) auxilia na interpretação do agrupamento elaborado pela análise TWINSpan.

Tabela 4.3. Localização geográfica dos agricultores, suas siglas e numeração elaborada pela análise TWINSpan. Os valores entre parênteses indicam o número das unidades familiares utilizado na Tabela 4.4.

Cidade	Comunidade	Agricultor
Cananéia	Sítio Cardoso (Ilha do Cardoso)	JCARD(34)
	Prainha	EVA(1)
	Porto Cubatão	ZEN(2),DOM(25)
	Itapitangui	PMAT(32)
	Agrossolar	ANT(3)
	São Paulo Bagre	DJA(4), JOV(5), PLA(6)
Cananéia - Ilha Comprida	Papagaio	XAN(7)
	Juruvaúva	TWP(8), TEO(9)
	Pedrinhas	ALI(10),BEN(11),EMI(12),JUV(13),MER(14)
	Ubatuba	GON(15)
	Sorocabinha	PEDR(30)
	Subaúma Ilha Grande	JOÃO(20), DURV(29) DITO(19),ANAC(27)
Iguape	Icapara	AGO(16), EUR(17), MARTR(24),MARI(22),BENT(28),NEU(31), TOTO(33)
	Praia do Leste	JOS(21)
	Vila Nova	ANTO(18), MIG(23)
	Aquarius	ANA(26)

Pela análise TWINSpan é possível observar a formação de grupos de agricultores, porém ainda pouco relacionados claramente por região (comunidade), confirmando os resultados apresentados pela análise de coordenadas principais. Os agrupamentos formados por TWINSpan fornecem indicações importantes quanto à utilização de grupos de variedades, levando em conta a natureza da análise que provoca dicotomias mais fortes na ordenação de amostras (Jongman et al., 1995). Cabe destacar que os níveis superiores da hierarquia são mais polarizados do que a primeira ordenação em função de mais espécies (variedades) pouco frequentes serem esperadas nestes níveis mais altos (Jongman et al. 1995). Assim, a primeira dicotomia reflete a ampla distribuição de variedades entre os

locais, mesmo estando estes agricultores a distâncias que chegam a 100km entre os extremos (Capítulo 2).

O resumo geral do TWINSPAN entre amostras e variedades mostra as relações entre agricultores estudados (Tabela 4.4). Entre as variedades fica nítida a separação no uso de dois grupos de variedades, “mansas” (aipins) de variedades “bravas” (mandiocas), havendo subdivisões subseqüentes, que demonstram certa predileção de agricultores por grupos de variedades diferentes. Na Tabela 4.4 as linhas divisórias vertical e horizontal indicam a primeira dicotomia destacada na Tabela 4. Nas linhas e colunas indicando zeros e uns, são mostradas as dicotomias subseqüentes. As Tabelas 4.5, 4.6 e 4.7 resumem os resultados das análises de TWINSPAN, representado pela Tabela 4.4.. A análise fornece importantes indicações quanto às variedades mais comuns na primeira dicotomia produzida (Tabela 4.5). As variedades “não preferenciais”, são aquelas muito comuns a ambos os grupos da dicotomia. As variedades “aip vass” (aipim vassourinha), “m casc” (mandioca, cascuda) e “m cascg” (mandioca, cascuda grande) estão dentro dessa categoria. Elas são consideradas variedades rústicas que podem ser plantadas em qualquer condição de fertilidade de solo, não havendo especificidades ambientais relatadas.

O predomínio destas variedades é transiente e associado aos usos e também ao seu predomínio passado. Como exemplo podemos analisar o que aconteceu com uma variedade conhecida por “mandipóia”. Pierson e Teixeira, (1947) citam a variedade “mandipóia” (m mdl) como uma das variedades mais utilizadas na região de Icapara (Iguape) na década de 1940. Ainda hoje esta variedade está presente na comunidade, mas é usada esporadicamente para fabricação de farinha. Entretanto, em Icapara seu uso atual estava relacionado a fabricação de “farinha d’água”, ou “farinha manema” (Figura 4.3). Este tipo de farinha atualmente é fabricada por apenas duas famílias para uso próprio, não tendo valor comercial, e é pouco conhecida pelos mais jovens. Apesar de ser utilizada hoje para a fabricação de farinha (conhecida localmente como “farinha seca”), ela não tem mais a mesma importância que outras variedades, como a “jurema” (m jur) , a “cascuda” (m casc) e a “imperial” (m imp), e perdeu espaço de cultivo pela mudança no interesse local pelo produto e pela maior demanda por farinha seca. Apesar disso, “mandipóia” é muito citada ao sul da região estudada (Tabela 4.5) e usada em conjunto com outras variedades para a fabricação de farinha. Não foi encontrada uma roça exclusiva de “mandipóia”, mas ela está conjugada a outras e é apreciada pelas características de rusticidade apontadas pelos agricultores. Apesar da mudança de uso ela se mantém, pois é usada em conjunto com outras variedades, como acontece também em Icapara.



Figura 4.3. A figura que representa o uso de áreas inundadas para a fabricação de farinha d'água em Icapara. Acondicionada em sacos, as raízes de mandioca ficam imersas na água como técnica de pré-preparo da farinha (Comunidade de Icapara, Iguape).

O uso transiente de variedades no tempo é expresso também por outras mudanças não relacionadas diretamente a um uso específico. Nas tabelas 4.5, 4.6 e 4.7 são apresentados um sumário das análises de Twinspan com os respectivos autovalores obtidos em cada agrupamento. Cabe destacar que autovalores maiores que 0,2 representam uma boa consistência das subdivisões encontradas pela análise (George Shepherd, comunicação pessoal). No agrupamento produzido (Tabela 4.5), a primeira divisão indica para um agrupamento de agricultores com preferências para variedades “doces” (aipins), que são variedades de baixo teor de ácido cianídrico e, portanto, utilizadas para o consumo “de mesa” predominantemente cozidas (Tabela 4.5). Estas variedades estão associadas a um grupo de agricultores que em sua maioria têm reduzido o ciclo de pousio para 3 a 4 anos. Com exceção de “PMAT”, que situa-se na comunidade de Itapitanguí (extremo sul), todos

os outros agricultores situam-se nas proximidades ou no interior de Icapara (extremo norte). Este predomínio de variedades “doces” ao norte da região estudada indica um padrão de mudança, para a escolha de variedades para consumo de “mesa”. As causas destas mudanças estão diretamente relacionadas às mudanças das atividades agrícolas destas comunidades (capítulo 2; Hanazaki et al., 2003). No caso de Icapara especificamente, é necessário considerar também um processo adiantado de urbanização que influenciou os hábitos alimentares mais tradicionais (Hanazaki e Begossi, 2003). Este processo de escolha de aipins não se restringe à Icapara e, em parte, a escolha por variedades “doces” (aipins) permite que se obtenha produtos da mandioca sem a necessidade de mão de obra e tecnologia para a produção de farinha (casas de farinha). Por outro lado a produção de farinha não exclui o uso de “aipins”, apesar das “mandiocas” serem preferidas. Essa flexibilidade na obtenção de produtos diferentes torna os aipins mais interessantes para plantio nos quintais e nos terrenos no interior das comunidades. Como a maior parte dos “aipins” são de ciclo curto, em média 8 meses, eles podem ser colhidos em menor tempo e consumidos como alimento cozido, sem necessidade de processamento elaborado. Nestes locais têm havido perdas de variedades “bravas” decorrentes da dinâmica deste processo (Capítulo 2; Peroni e Hanazaki, 2002).

Tabela 4.5. Classificação das famílias e variedades que descrevem a primeira dicotomia..

D*	Autovalor	Grupo (0) ¹ (22)	Grupo (1) ² (12)	Variedades não preferenciais
1 (N=34)	0,4158	EVA,ZEN,ANT,DJA,JOV,PLA XAN,TWP,TEO,ALI,BEN,EMI,J UV,MER,EUR,DITO,MARI, DOM,ANAC,BENT,TOTO, JCARD	GON,AGO,ANTO,JOAO,J OS,MIG,MARTR,ANA,DU RV,PEDR,NEU,PMAT (Norte)	aip vassl, m casc, m cascg
	Var.comuns	aip 5m, aip mt, m cascd, m imp, m mdl, m matnr	aip ama, aip bra, aip cac, aip m5, aip ros, m jur	

* Divisão; ¹ Grupo positivo; ² Grupo negativo. Obs. Mal classificados (N = 3)(MIG, PEDR,NEU)

A dicotomia produzida entre os agricultores que cultivam um maior número de variedades “bravas”, novamente, apresenta um padrão tênue mas aparente (Tabela 4.6). Entre estes agricultores é possível observar agrupamentos de unidades familiares aparentadas (TWP e TEO), no grupo 01 e famílias vizinhas e/ou aparentadas (JOV, PLA, XAN, ANT, EVA, JCARD), no grupo 00 (Tabela 4.6). Com exceção de ZEN, todos os

outros agricultores do grupo 01 moram nas proximidades de Iguape e Icapara. No grupo 00 os agricultores, com exceção TOTO e MARI, residem na faixa intermediária da Ilha Comprida (mais ao sul de Iguape).

Tabela 4.6. Classificação das famílias e variedades que descrevem a segunda dicotomia dentro do grupo 0 da primeira dicotomia.

D*	Autovalor	Grupo (00) ¹ (10)	Grupo (01) ² (12)	Variedades não preferenciais
2 (N=22)	0,3726	EVA,ANT,JOV,PLA,XAN,ALI JUV,MARI,DOM,BENT,TOTO, JCARD (Sul)	ZEN,DJA,TWP,TEO,BEN, EMI,MER,EUR,DITO, ANAC (Sul-Norte)	aip 5m, m mdl, m matr.
	Var. comuns	aip mt, aip roxo, aip vass, m cascg, m cascd, m imp.	aip bra, aip case, aip pret, m casc, m md, m matn, mSpeb	

*Divisão; ¹ Grupo positivo; ² Grupo negativo. Obs. Mal classificado (N=1) (ALI)

A terceira subdivisão é a única que mostra um relação de origem, baseado na presença e ausência de variedades. A origem de variedades, como incrementos de diversidade, em roças itinerantes é muito associada a fluxos migratórios humanos (Pinton e Emperaire, 1999; Amorozo, 1999). Entretanto, na região estudada, a origem de variedades não parece estar tão fortemente associada a movimentos migratórios devido à pouca mobilidade espacial destes agricultores. Das variedades estudadas, a variedade cacau rosa (“aip cac”) é citada como originária de Sergipe, trazida pelo agricultor “GON”. Dois agricultores originados do Estado de Sergipe e que residem na região há mais de 20 anos (GON e JOAO) aparecem agrupados na Tabela 4.7. “JOAO” também cultiva a variedade, mas a obteve nas imediações de Cananéia. Agrupados com outros agricultores, eles ilustram a inclusão de variedades oriundas de outras regiões, porém restritas a um grupo muito pequeno de agricultores. Devem haver restrições ambientais ao estabelecimento de variedades “exóticas”, porém mesmo com o sucesso deste estabelecimento, a variedade, neste caso, apresenta-se com distribuição muito restrita quando comparada a outras variedades com maior tempo de seleção e adaptação as condições locais.

Tabela 4.7. Classificação das famílias e variedades que descrevem a terceira dicotomia dentro do grupo 1 da primeira dicotomia.

D*	Autovalor	Grupo (11) ¹ (6)	Grupo (10) ² (6)	Variedades não preferenciais
3 (N=12)	0,5550	GON,ANTO,JOAO,JOS,ANA, PMAT	AGO,MIG,MARTR,DURV ,PEDR,NEU	Aip ama, m casc, m jur
	Var. comuns	aip cac, aip vass1, m fran	m 3ga,aip bra, aip m5, aip paul, aip ros, m cascg, m mdl, m pena	

*Divisão; ¹ Grupo positivo; ² Grupo negativo.

4.4.2. Quanto à nomenclatura local de variedades.

Por ser uma espécie que apresenta variação de toxicidade na parte comestível, a mandioca necessita de identificação correta para distinção entre variedades que apresentam níveis distintos e contínuos de ácidos cianogênicos. Assim, a escolha da técnica de processamento, para obtenção de um produto seguro para consumo, será função da identificação correta de variedades.

Analisando a nomenclatura local para as variedades pode-se distinguir algumas características que se relacionam com a identificação. Apesar da distinção básica em dois grupos, os “aipins” e as “mandiocas-bravas” ser dicotômico, apenas a palavra “aipim” designa as variedades mansas, ou que podem ser consumidas após um simples processo de fervura. Todas as mandiocas bravas não possuem um prefixo, ou sufixo ao nome principal que as diferencia do nome das variedades “mansas” (aipins). Sendo assim, todos os aipins têm nomes compostos, como “aipim casela”, “aipim branco”, “aipim vassourinha” etc. O segundo nome, usado após “aipim”, pode indicar uma característica culinária, de manejo (produção e época de colheita) ou morfológica. As mandiocas bravas são designadas por nomes simples, como “penajú”, “jurema”, “pororoca” e “mandipóia” (Apêndice 4). Além disso, é relevante o fato de que a variação de nomes entre os aipins é maior, dando também indicações de características de manejo subsequentes. Podem ser apontados três destas características que o nome reflete: a) o período de colheita curto e bem definido (muito “tempo na roça” pode comprometer sua maciez no cozimento); b) tecnologia de processamento; c) e mão de obra a ser empregada na atividade de preparo.

As características culinárias utilizadas na nomenclatura referem-se exclusivamente às variedades de “aipins”, relacionadas a características como tempo de cozimento, maciez, coloração da “rama” (raiz), e consumo. Neste grupo aparecem então as variedades conhecidas como “aipim minuto”, “aipim 5 minuto”, “aipim 7 minuto”, e “aipim 15 minuto” expressando rapidez no processo de preparo, e as “aipim manteiga” expressando além da textura e maciez a coloração amarela. Ao designar “aipim manteiga” é comum a designação “amarelo”, referindo-se à cor resultante do produto após o cozimento. É raro o uso da designação “amarelo” para variedades consideradas “bravas”, sendo utilizado para designar a coloração da raiz *in natura* e não do produto como a farinha. Todos os agricultores desta região têm preferência por farinha branca, refletida no uso e conservação de variedades de raízes brancas e cremes.

As características relacionadas a aspectos de produção ou manejo referem-se exclusivamente para variedades “bravas”. Assim, as variedades “saco-nas-costas” e as “mata negro” e “mata-negrinho” referem-se a variedades produtivas e difíceis de serem arrancadas. A primeira “*sempre deixa o sujeito com um saco cheio de rama nas costas*”, e as últimas “*podem matar até um negro forte na hora de arrancar da terra*”, não havendo referências nominais a toxidez. Apesar de haver indicações que o sabor amargo é útil para reconhecer variedades “bravas”, portanto “amargas”, esta característica não aparece na nomenclatura

Os padrões aqui encontrados diferem dos padrões encontrados por Amorozo (2000) entre agricultores camponeses em Santo Antônio do Leverger (MT, Brasil). As variedades estudadas por Amorozo (2000) seguiram uma nomenclatura baseada em nomes próprios dos agricultores; nas características morfológicas, mecânicas, químicas ou culinárias das variedades; e nos locais de origem das variedades. Segundo esta autora, o padrão consistente relacionado a nomes próprios refletia um significado social na distribuição de variedades de mandioca. Entre os caiçaras não foram encontradas variedades que indiquem um padrão associado a nomes próprios, derivados das pessoas que introduziram ou forneceram a variedade. A variedade “Antônio do Baixo” é a única exceção, presente na comunidade de Icapara. Esta variedade ganhou importância na comunidade após ter sido introduzida por Antônio “que mora no baixo”, ou seja, em áreas de cota mais baixa da comunidade.

4.4.3. Diferenciação de variedades “*in situ*” – o uso local de caracteres para determinar divergências morfológicas.

Foram caracterizados 95 indivíduos das 52 variedades citadas, utilizando um conjunto de 10 caracteres morfológicos para todas as variedades identificadas sob cultivo na roça. Destes 95 indivíduos, 40 foram identificados pelos agricultores como “aipins” e 45 como “mandiocas bravas”. Algumas variedades não foram avaliadas, por não apresentarem condições ideais para uma caracterização confiável, por exemplo: pequeno tamanho da planta, deficiências nutricionais, ou injúrias causadas por predação nas folhas. Assim, 16 indivíduos de diferentes variedades não foram caracterizados, mas foram amostrados para a caracterização “*ex situ*”.

O agrupamento de todos os indivíduos através do método de aglomeração UPGMA gerou um dendrograma com coeficiente de correlação cofenética $r=0,778$, que pode ser considerado um bom referencial dos resultados originais das distâncias euclidianas simples entre OTU's (Figura 4.4). Considerando como indivíduos pertencentes à mesma variedade um nível de distância euclidiana igual a zero, são então observados 73 ramos, existindo portanto 40% a mais de fenótipos diferentes entre as 52 variedades citadas. Cabe lembrar que a soma deste total é variável em função do nível de semelhança escolhido arbitrariamente. Assim, o critério aqui adotado pode estar superestimando o número de fenótipos, pois foram considerados como iguais apenas aqueles com 100% de similaridade morfológica (distância euclidiana igual a zero). Este nível foi escolhido pelo fato dos caracteres avaliados serem de alta-herdabilidade exibindo pouca variação devido à influência ambiental. Salick et al. (1997) usaram um nível de 80% de similaridade para separar fenótipos de mandioca entre os Amuesha (Peru). Neste nível porém a diversidade de fenótipos certamente está sendo subestimada, pois foram avaliados 204 indivíduos, chegando-se apenas a 39 fenótipos das 115 variedades locais citadas. Nenhum critério biológico está envolvido no método de Salick et al. (1997) pois, como os autores destacam, este nível foi escolhido para facilitar as análises com SIG (Sistema de informação geográfica) (Salick et al., 1997 pg 9.). Objetivamente, não há como determinar um nível real e único de similaridade, ou distância, para separar variedades. Sempre se está

expressando uma variação contínua no índice usado na análise morfométrica de um número grande de fenótipos.

O método de agrupamento não mostra uma estruturação de grupos bem definidos, ou seja, as trocas de ligações são definidas por diferenças pequenas entre grupos. Mesmo assim, alguns grupos mais externos podem ser observados a partir do nível 5,30 da escala de distâncias (Figura 4.4). Neste nível há separação dos indivíduos da variedade conhecida como “Jurema” (M77, M131, M137, M62, M57, M122, M111), dos indivíduos da variedade “Roxa” (M516), e dos indivíduos da variedade “Aipim vassourinha” (A38, A78, e A110). Mais externamente é observado um outro indivíduo designado como “Aipim vassourinha” (A13) e “Aipim Caterina” (M2). Mesmo os possíveis híbridos entre *Manihot esculenta* e *Manihot glaziovii*¹⁹ (A34 e M82) estão situados dentro de um grupo mais interno (ver capítulo 5 para discussão sobre semelhança genética entre indivíduos de *M. esculenta* e *M. glaziovii*). Isso demonstra pouca diferenciação morfológica entre variedades e mostra continuidade entre as variações observadas entre elas, considerando que o número de caracteres avaliados não é grande. Por outro lado, demonstra eficiência na amostragem já que a variação na morfologia pode ter sido amostrada em sua amplitude no local, não havendo lacunas entre grupos. Em conjuntos pequenos de variedades, as discrepâncias devem ser maiores devido à amostragem de variações discretas de um conjunto que exhibe continuidade morfológica (Peroni 1998). Assim, a interpretação do agrupamento será feita com cautela, considerando os grupos que exibem coerência em termos da classificação local entre “aipins” e “mandiocas bravas” e também aqueles grupos onde há 100% de similaridade (distância euclidiana igual a zero).

Apesar da pouca definição de grupos pode-se observar pequenos agrupamentos²⁰ de variedades de “aipins” e variedades de “mandiocas bravas” quando considerado o nível de aglomeração 3,64. No agrupamento designado como “1” pode-se observar 22 indivíduos de “aipins” e apenas 3 de “mandiocas” correspondendo a 20 fenótipos diferentes, se considerados como iguais apenas aqueles indivíduos que apresentam distância euclidiana igual a zero. No grupo designado como “2” há 16 indivíduos de variedades de “mandioca” e apenas 3 de “aipins”, sendo um deles (A515, “Amarela”) morfológicamente igual aos

¹⁹ Segundo Dr. Rui Mendes (EMBRAPA/ CENARGEN – BRASÍLIA), comunicação pessoal.

²⁰ Será aqui designado “agrupamento” e não “grupo”, pela grande continuidade morfológica presente entre indivíduos.

indivíduos M513 (“Franciscana”) e M52 (“Imperial”). Neste agrupamento encontram-se ainda os dois indivíduos supostamente híbridos de *M. esculenta* e *M. glaziovii* (A34 e M82), entretanto eles foram designados como “aipim” (“Aipim selvagem”) por uma agricultora e como “mandioca brava” (“Mandiocuçu”) por outro agricultor. Estes dois indivíduos são genotipicamente iguais (clones) (capítulo 5). Usando o mesmo critério de distância, neste agrupamento há 16 fenótipos.

Nos agrupamentos de número “3”, “4”, “5” e “6” são observados o predomínio de “mandiocas”, totalizando 32 indivíduos, dos 45 citados. Excetuando-se os 22 indivíduos de “aipim” do agrupamento de número “1”, os 18 restantes estão distribuídos em agrupamentos menores e dispersos entre indivíduos de “mandioca”.

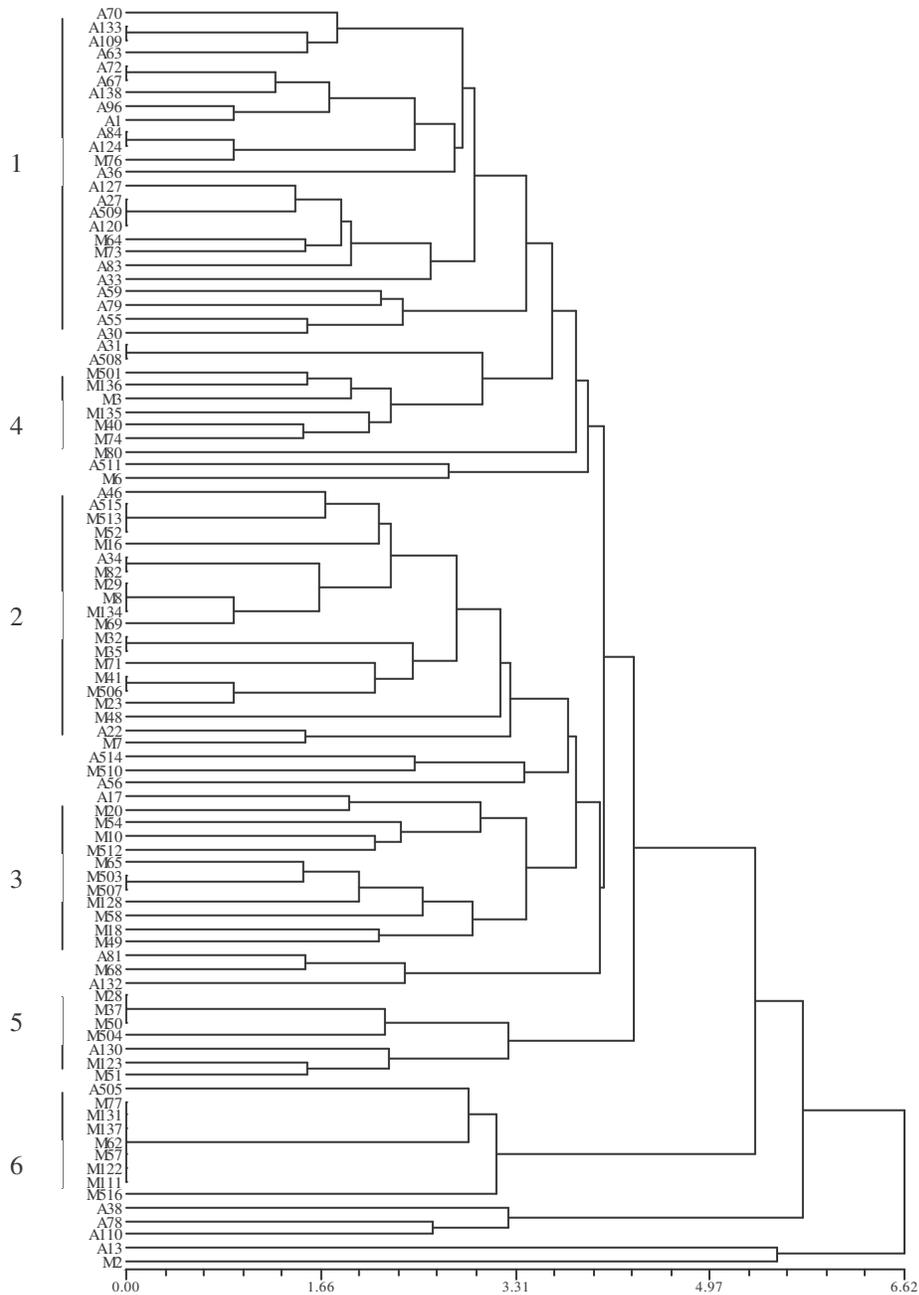


Figura 4.4. Agrupamento de 95 indivíduos de mandioca através do método de UPGMA a partir da matriz de distâncias euclidianas simples (Método de caracterização “*in situ*”). (correlação cofenética $r=0,778$). Os número de 1 a 6 representam os grupos formados a partir do valor de 3,64 na escala de distâncias.

4.4.4. Diferenciação de variedades “*ex situ*” – o uso de experimentação para determinar divergências morfológicas.

Foram caracterizados 111 indivíduos das 52 variedades citadas, utilizando um conjunto de 13 caracteres morfológicos quantitativos e qualitativos (Tabela 4.1). O agrupamento dos indivíduos através do método de aglomeração UPGMA gerou um dendrograma com coeficiente de correlação $r=0,851$ melhor que o obtido na análise *in situ*, sendo um bom referencial dos resultados originais das distâncias euclidianas simples entre OTU's (Figura 4.5).

Apesar do coeficiente de correlação cofenético ser maior que o obtido nas análises “*in situ*”, o dendrograma gerado pelo método de UPGMA mostra maior dispersão dos indivíduos, com agrupamentos menos definidos por tipo (“aipim” e “mandioca-brava”). Observa-se que os indivíduos de “aipim” e “mandioca brava” não estão definidos como na avaliação *in situ* dos caracteres qualitativos, mas dispersos em subgrupos menores, refletindo também variação contínua acentuada no conjunto total de amostras. Nos níveis mais elevados das ligações de grupos podem ser visualizados três agrupamentos: a) de “aipins” (A78, A110, A99, A38, A61, A104) constituídos predominantemente por “aipins vassourinha”; b) por “mandiocas-bravas” (M77, M122, M137, M500, M111, M131), constituídos principalmente por “juremas”; c) mais externamente um grupo de “mandiocas” o indivíduo “M82”²¹, sendo ele o possível híbrido de *M. esculenta* e *M. glaziovii*.

Os resultados da caracterização *ex situ* mostram modificações na classificação feita *in situ*. Isso se deve à mudança de ambiente (litoral para o planalto), à inclusão de caracteres quantitativos e à exclusão dos caracteres de raiz. Estes últimos foram excluídos pois o plantio foi executado através de transplante, impossibilitando uma análise segura dos caracteres de raiz. Os caracteres quantitativos, por sua vez, adicionam variações de tamanho e forma aos caracteres qualitativos, modificando ainda mais a estrutura de grupos encontrada na caracterização *in situ*. Assim, comparando os dendrogramas da Figura 3 e da Figura 4 observamos que algumas variedades, morfológicamente iguais quando caracterizadas pelos 10 caracteres *in situ*, são diferentes quando incluídos os caracteres

²¹ O indivíduo “A34”, também um possível híbrido, não foi caracterizado “*ex situ*” pois não houve brotamento nas condições experimentais.

quantitativos. Por exemplo, os indivíduos A133 e A109.

Como os caracteres quantitativos são contínuos, a determinação do número de variedades é ainda mais arbitrária que a utilizada na caracterização “*in situ*”. Assim, não serão computados o número de fenótipos pois não é possível determinar através de nenhum critério qual o limite que separa um fenótipo do outro.

Pela dispersão apresentada, será utilizado de maneira complementar a análise de agrupamento e a análise de componentes principais para estudo da variação exibida.

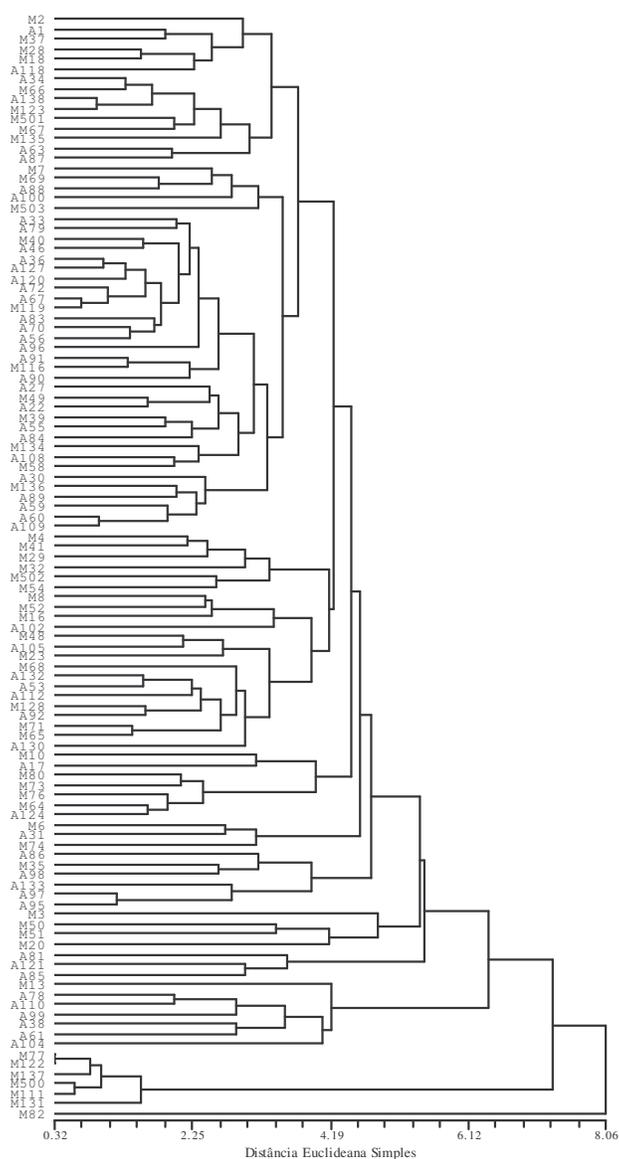
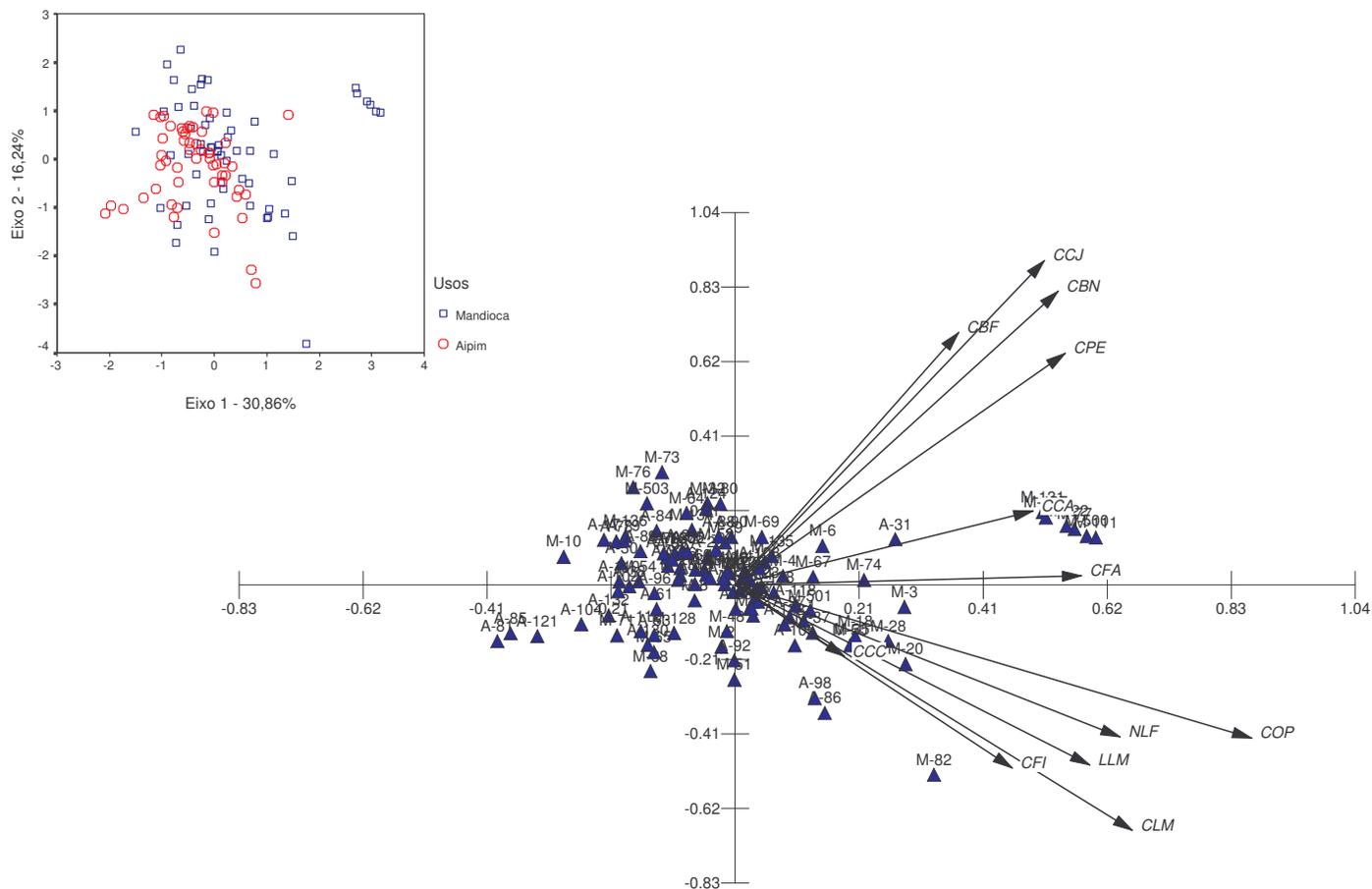


Figura 4.5. Agrupamento de 111 indivíduos de mandioca através do método de UPGMA a partir da matriz de distâncias euclidianas simples (Método de caracterização “*ex situ*”). (correlação cofenética $r=0,851$).

Pela análise de componentes principais, é possível observar a ordenação dos indivíduos ao longo dos dois primeiras eixos, que explicam em conjunto 47,11% da variância total. As variáveis mais correlacionadas ao primeiro eixo são: comprimento da folha (COP) ($r=0,885$); comprimento do lóbulo médio (CLM) ($r=0,680$) e número de lóbulos da folha (NLF) ($r=0,660$). As variáveis mais correlacionadas ao segundo eixo são: cor do caule jovem (CCJ) ($r=0,671$); cor da base da nervura (CBN) ($r=0,607$); e cor da base da folha (CBF) ($r=0,522$). A configuração da ordenação (Figura 4.6) exibe o eixo 1 com as correlações das variáveis quantitativas, enquanto o eixo 2 exibe as correlações das variáveis qualitativas ordenadas. Apesar dos dois eixos exibirem menos que 50% da variância total, é possível observar uma tendência das variedades de “mandioca brava” estarem à direita do eixo 1, concentrando-se ao centro do cruzamento dos eixos. Tendência inversa é observada com as variedades de “aipins”, que estão concentradas no centro e à esquerda do eixo 1. Quanto ao eixo 2, novamente há uma tendência das variedades de mandioca estarem concentradas no centro e distribuindo-se acima do centro. Tendência inversa novamente é observada para as variedades de “aipins”, que concentrando-se no centro se distribuem para baixo da região central (Figura 4.6). Há uma tendência das variedades de “mandioca” apresentarem folhas maiores e maior número de lóbulos, assim como coloração de tonalidade mais intensa, enquanto que os “aipins” apresentam folhas menores e de coloração geral menos intensa (Médias das variáveis quantitativas por grupo no Apêndice 6).



Vector scalina: 1.96

Figura 4.6. Plotagem ordenada dos 111 indivíduos de mandioca e aipim considerando o primeiro e segundo eixo da análise de componentes principais (PCA). No destaque a identificação das variedades de “aipins” e “mandiocas”.

A classificação propriamente dita pode ser avaliada pela análise de discriminantes, pois as amostras são designadas *a priori* para cada grupo. Assim, 57 indivíduos foram designados como “mandiocas bravas” e 58 como “aipins”. Como foram definidos apenas dois grupos, apenas um eixo discriminante foi gerado, com 100% da variância total. Esta análise revelou que em média 65,2% da classificação feita pela análise dos caracteres corresponde com a classificação *a priori* (Quadro 4.1). Além disso, 74,1% dos indivíduos classificados como “aipins” estão corretamente classificados, mas apenas 56,1 dos indivíduos de mandioca estão classificados corretamente (Quadro 4.1)

Resultados da Classificação^a

			Membro do grupo predito		Total
			M	A	
Original	N	M	32	25	57
		A	15	43	58
%		M	56,1	43,9	100,0
		A	25,9	74,1	100,0

a. 65,2% dos indivíduos agrupados a priori estão classificados corretamente.

Quadro 4.1 Resultado da análise de discriminante simples (ADS), comparado à classificação *a priori* entre “mandiocas-bravas”, e “aipins”. Nas colunas dos “membros do grupo predito” estão os valores encontrados pela classificação feita pela análise através das variáveis que descrevem as variedades. As porcentagens de acertos, entre os valores da análise e da classificação *a priori*, encontram-se nas duas últimas linhas destas colunas. Em destaque a porcentagem de acertos entre os indivíduos classificados como “aipins”.

Esta tendência de separação morfológica entre grupos de variedades de “aipim” e “mandioca brava” entre os caiçaras parece um evento de ocorrência local, não havendo na literatura algum estudo paralelo que fundamente a tendência de separação morfológica entre os dois conjuntos de variedades. Mesmo sob o ponto de vista botânico, não há razões que indiquem a separação destes dois conjuntos de variedades, apesar deles serem classificados dicotomicamente pelos agricultores (Rogers e Fleming, 1973). Estas indicações permitem entender que entre os caiçaras o conhecimento sobre as variedades de mandioca (“mandiocas bravas” e “aipins”) não é relacionado a características morfológicas bem definidas, que permitem uma identificação imediata de um tipo ou de outro. Aparentemente não existe o “prototipo” de “aipim”, e o “prototipo” de “mandioca-brava”, como esperado por Nazarea (1998), mas variedades destes grupos são classificadas pela experiência pessoal do agricultor, e por uma indicação geral de sua morfologia. Apesar disto, por algum motivo não identificado claramente, há tendência na formação de agrupamentos morfológicamente distintos destas variedades. Os resultados das análises de ordenação mostraram que de forma geral há uma tendência dos “aipins” apresentarem caracteres morfológicos de coloração mais tênue que as “mandiocas-bravas”. Usados em

conjunto estes caracteres dão uma indicação inicial para a identificação da variedade, havendo outros indicativos posteriores, baseados na experiência e experimentação das variedades. Como exemplo vale citar uma conversa informal com um grupo de três jovens agricultores, filhos de uma agricultora, que após serem indagados a respeito de como são serapadas as “bravas” das “mansas”, responderam simplesmente que: “*a gente vê estas que tem cabo (pecíolo) mais claro e folha mais miúda...depois experimenta um pedaço...sem engolir,...não tem erro*”. Quanto ao nome: “*ainda não sei, mas são aipins,... é o que interessa*”. Do ponto de vista genético há indícios mais claros que estes dois grupos apresentam combinações alélicas específicas (capítulo 5).

4.5. Conclusões.

Apesar dos caiçaras serem agricultores não-indígenas, o número de variedades por eles manejado é elevado quando comparado a outros grupos não indígenas e a grupos indígenas no Brasil. Mesmo com as mudanças no modo de vida caiçara, as variedades de mandioca são uma característica da riqueza do patrimônio genético mantidos em cultivo.

A distribuição de variedades entre os agricultores da região de Cananéia e Iguape segue um padrão homogêneo e bem distribuído, como pequenos subgrupos definidos por vizinhança e parentesco. Estes laços, entretanto, não limitam uma ampla distribuição de um grupo pequeno de variedades, de ampla aceitação, consideradas produtivas e de alta rusticidade. O grande número de variedades citadas apenas uma vez (raras) sugere estratégias individualizadas de identificação, mas também sugere especificidades às condições ambientais dos locais de cultivo das famílias. Além disso, sugere que pode haver origem intra-familiar de diversidade (Capítulo 5).

O estudo das relações entre famílias reflete as relações de fluxo de variedades dentro da região estudada. O fluxo de variedades é intenso e há indicações que incrementos, externos à região estudada, são limitados pela pequena mobilidade espacial dos agricultores.

A coerência entre a etnoclassificação e as características morfológicas foram maiores entre os “aipins”, do que entre as “mandiocas-bravas”, o que sugere que este grupo seja melhor definido do ponto de vista morfológico e melhor identificado. Uma identificação precisa, por parte do agricultor, é fundamental para se estabelecer a forma de

consumo e para as práticas de cultivo, e as trocas entre agricultores. Mesmo que algumas das variedades citadas como “mandiocas bravas” sejam semelhantes morfológicamente a “aipins”, estes casos são pouco freqüentes (Capítulo 5). A análise genética das variedades podem esclarecer como este fluxo de variedades ocorre dentro de região, e como estas trocas influenciam a distribuição da diversidade entre os agricultores. Estudos mais detalhados de padrões genéticos podem então elucidar estas questões, sendo portanto o objetivo do próximo capítulo.

CAPÍTULO 5

DIVERSIDADE GENÉTICA, CLASSIFICAÇÃO LOCAL E REPRODUÇÃO SEXUAL DE VARIEDADES DE MANDIOCA

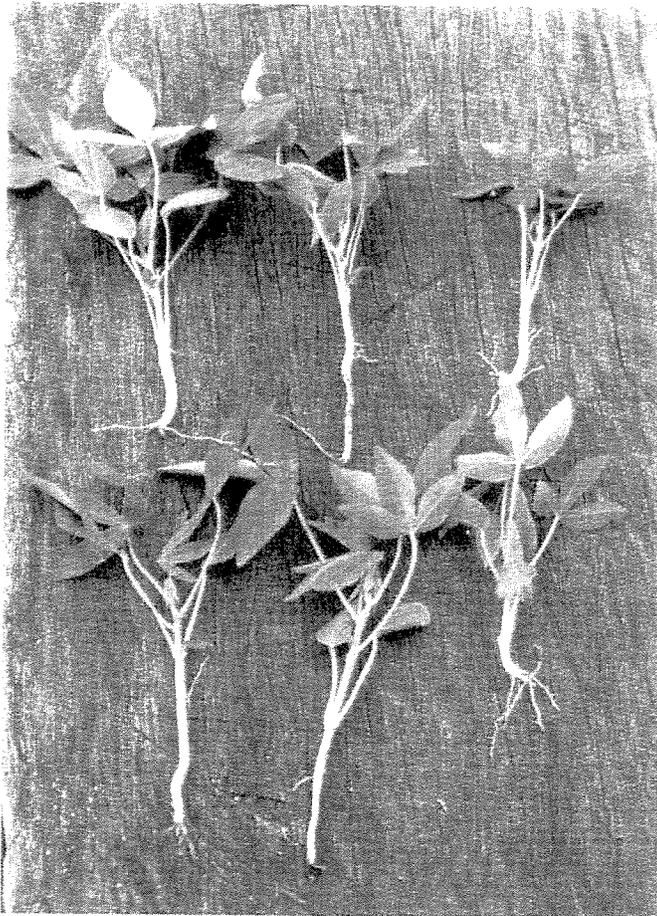


Foto: Nivaldo Peroni

Plântulas de mandioca geradas por reprodução sexual

5.1. Introdução.

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) foi domesticada nas terras baixas sul-americanas há pelo menos 7000 mil anos e continua sendo uma das principais espécies cultivadas por populações ameríndias no Brasil (Piperno e Pearson, 1998; Olsen e Shall 1999). O estudo de sua origem botânica têm sido incrementado pelo entendimento das ações humanas que proporcionaram, ao longo do tempo, a conservação e amplificação de sua diversidade intra-específica (Boster, 1985; Allem, 1994; Allem, 1999; Sauer, 1993; Olsen e Shall, 1999). Interações entre componentes de história vital da espécie e atividades de manejo humano se destacaram ao longo da sua domesticação. Mesmo a mandioca sendo propagada vegetativamente, a incorporação de indivíduos originados de sementes, propagadas sexualmente, e germinadas do banco de sementes, é um evento aparentemente comum identificado por diferentes grupos étnicos (Martins, 1996; Salick, 1997; Peroni, 1998; Sambatti et al., 2001; Elias et al., 2001; Mkumbira et al., 2003; Peroni, 2002 - capítulo 6).

A mandioca é a principal espécie cultivada tanto pela maioria das populações ameríndias no Brasil como também por populações rurais ou tradicionais, em sistemas de cultivos multi específicos e polivarietais (Brochado, 1977, Amorozo, 2000; Emperaire 2001). Segundo Hershey (1994) existem por volta de 7000 variedades em todo mundo. O Brasil e, especificamente, a região amazônica, é grande centro primário de diversidade intra-específica da espécie, por sobrepor seu centro de origem com a presença atual de uma grande diversidade de grupos étnicos indígenas e tradicionais que a cultivam (Hershey, 1994; Emperaire, 2001). A maior parte desta diversidade, e os processos coevolutivos que a originaram, são ainda pouco elucidados, mas foram estudados principalmente entre populações ameríndias na bacia amazônica (Emperaire 2001, capítulo 3).

As informações são poucas e inconclusivas sobre agricultura pré-colonial no Brasil. Menos trabalhadas e ainda mais escassas são as informações da origem da agricultura fora dos domínios amazônicos. É provável que grupos da família linguística tupi-guarani sejam os responsáveis por levar práticas agrícolas para fora da Amazônia, depois de ter se desprendido dos grupos do tronco linguístico original amazônico por volta de de 2500 ap (antes do presente). Este período é conhecido como a fase de expansão dos grupos

ceramistas (Simões 1971) e tem seu principal período entre 500ac até 1500ac (antes de Cristo) (Guapindaia, 2001 *apud* Neves, 2003) . A chegada destes grupos na costa atlântica se dá por volta de 500ac, já dominando a agricultura de corte e queima e cultivando a mandioca (Scatamacchia, 1995) .

Apesar da concordância em relação ao papel da tradição tupiguarani em ter introduzido a agricultura na costa atlântica, existem evidências que mostram existir duas sub-tradições, ou seja, a sub-tradição guarani e a sub-tradição tupi (Scatamacchia, 1995). Segundo esta autora, a região do Baixo Vale do Ribeira seria a área de fronteira entre estas duas sub-tradições da família linguística tupi-guarani: a sub-tradição tupi, distribuída mais ao norte, e a sub-tradição guarani, distribuídas ao sul de Cananéia (Scatamacchia, 1995).

Pouco se conhece dos processos mantenedores e amplificadores da diversidade de mandioca ainda ativos fora da Amazônia, e fora do contexto das populações ameríndias no Brasil. Estudos com populações caboclas amazônicas (de descendência mista) (Wagley 1976) mostram que muitos dos processos evolutivos entre o homem e a mandioca, observados entre populações ameríndias, são executados de maneira similar (Emperaire, 2001; Pinton e Emperaire, 2001). Entre as populações ameríndias e tradicionais amazônicas e não amazônicas já estudadas no Brasil, o reconhecimento de variedades de “mandiocas bravas” (*bitter*) e “aipins” (*sweet*) é apurado, e também é observada a incorporação de plântulas de mandioca, originadas de reprodução sexuada, assim como o reconhecimento de variedades como unidades etnotaxonômicas. (Amorozo, 2000, Emperaire, 2001). Os mesmos processos parecem comuns também a populações dependentes de recursos da Mata Atlântica brasileira como os caiçaras (de origem mista) (Peroni e Martins, 2000, Sambatti et al., 2001). A Mata Atlântica é uma floresta tropical considerada um *hot-spot*, e conflitos de conservação têm ameaçado tanto a existência da floresta como das populações humanas que dela dependem para sua sobrevivência (Myers et al., 2000).

Estudos anteriores entre os caiçaras ao longo do litoral sudeste da Mata Atlântica mostram que a mandioca é a principal espécie cultivada em sistemas agrícolas caiçaras tradicionais de corte e queima (Peroni e Martins, 2000). O cultivo de variedades diferentes mostra também que as variedades de mandioca são reconhecidas como unidades coerentemente classificadas localmente sob o ponto de vista morfológico e etnotaxonômico

(Peroni et al. 1999). Entretanto, sob o ponto de vista genético, pode haver inconsistências e pouca acurácia na nomenclatura utilizada para a identificação de variedades entre agricultores caiçaras (Sambatti et al. 2001).

O reconhecimento de variedades diferentes fornece um bom referencial da diversidade genética manejada entre os caiçaras (Peroni 1998). Peroni e Hanazaki (2002) encontraram 52 variedades citadas entre os caiçaras no litoral sudeste da Mata Atlântica. A principal classificação das variedades neste conjunto é feita separando as variedades em dois grupos, denominados de “mandiocas bravas” e “aipins” (capítulo 3). Esta divisão é similar à divisão encontrada entre muitos grupos étnicos no Brasil e também em outras partes do mundo, como por exemplo na África (Sauer, 1963; Renvoize, 1972; Dufour, 1988; McKey e Beckerman, 1993; Wilson e Dufour, 2002; Wilson, 2003; Mkumbira et al., 2003). Esta classificação remonta ao período pré-colombiano brasileiro, quando grupos étnicos indígenas, principalmente da família linguística tupi-guarani, utilizavam a mandioca como alimento básico (Dean, 1996). Diferentes cronistas europeus relataram, ao longo dos séculos XVI, XVII e XVIII, a percepção da existência de “mandiocas bravas” e “aipins” (Souza, 1587; Macgrave, 1942; Piso, 1948; Spix e Martius, 1981). Apesar do histórico reconhecimento desta divisão, tal classificação não apresenta forte correlação fenotípica e consistência taxonômica (Roger e Appan, 1973; Roger e Fleming, 1973).

Os avanços no uso de marcadores genéticos bioquímicos e moleculares para estimativas de diversidade genética têm mostrado que a diversidade manejada pode ser maior do que aquela reconhecida pelos agricultores (Colombo, 1997; Peroni, 1998; Sambatti et al., 2001; Elias et al., 2001; Mkumbira et al., 2003). No grupo das espécies de propagação vegetativa com uso de raízes e tubérculos, parece existir, entre os agricultores, um padrão em subestimar a real diversidade cultivada em suas roças (Quiros et al., 1990; Peroni, 1998; Elias et al., 2001). Apesar de serem freqüentemente usados como estimadores de diversidade, marcadores moleculares de maneira geral têm sido pouco utilizados para elucidar questões relacionadas a estrutura genética de populações sob influência humana (Zimmerer, 1999; Elias et al., 2001). Entre os caiçaras, há pouca informação a respeito da diversidade manejada num contexto regional, a não ser em estudos localizados (Sambatti et al. 2001, Peroni 1998). Apesar disto, há indicações que a manutenção de variedades de mandioca é efetiva quando inserida em diferentes escalas de manejo. Do nível local, ao

contexto regional, o conjunto de roças, unidades familiares e comunidades parecem estar interligados por relações de troca não intencionais, favorecendo a existência de um efeito tampão regional para os efeitos de erosão genética locais (capítulo 3: Peroni e Hanazaki, 2002). A efetividade destas trocas precisa ser investigada em relação à coerência na identificação de variedades, tanto no contexto varietal como no contexto da separação entre “mandiocas bravas” e “aipins”. As características genéticas destas trocas podem explicitar mecanismos locais de conservação, bem como esclarecer como estas populações humanas tem mantido e amplificado a diversidade ao longo do tempo.

5.2. Objetivos

O objetivo geral deste capítulo é investigar a estrutura genética de variedades de mandioca, para analisar como a diversidade genética de variedades está estruturada no espaço, através do uso de marcadores moleculares do tipo microssatélite (*SSR – Short Sequence Repeat*). Os objetivos específicos são:

- a) Mensurar a diversidade intra-específica da espécie e analisar como esta diversidade está estruturada no espaço;
- b) Agregar análises da estrutura genética às informações morfológicas para compreender a classificação local das variedades entre agricultores caiçaras;
- c) Analisar as diferenças genéticas entre as “mandiocas bravas” e os “aipins”, de acordo com a etn classificação.
- d) Analisar a estrutura genética de indivíduos gerados por reprodução sexual.
- e) Comparar a diversidade varietal manejada por populações caiçaras com a diversidade varietal cultivada por populações caboclas ribeirinhas do médio Rio Negro (Amazonas).

Para investigar estes objetivos serão utilizados três conjuntos de dados, referentes a três unidades amostrais distintas: a) amostragem de variedades provenientes do sul do Estado de São Paulo (Vale do Ribeira); b) amostragem de variedades provenientes da região sul do Estado de São Paulo (Vale do Ribeira) e Amazônia (Rio Negro); e c) amostragem de indivíduos provenientes de cruzamentos entre variedades de duas roças, ou unidades populacionais, do Vale do Ribeira.

5.3. Material e métodos

5.3.1. Área de estudo

5.3.1.1. Baixo vale do rio Ribeira de Iguape/SP

A região em estudo no Baixo Vale do Ribeira compreende uma faixa litorânea do litoral sul do Estado de São Paulo de aproximadamente 100km de extensão, entre os municípios de Iguape, Ilha Comprida, e Cananéia (latitudes 24°40'S e 25°10'S e longitudes 47°20'W e 48°05'W). A paisagem desta região caracteriza-se pelo complexo estuarino-lagunar de Iguape-Cananéia. Este complexo é parte integrante da baixada sedimentar do Vale do Ribeira, fazendo parte da porção sul da Baixada litorânea (Suguio, 1993). Nesta região o clima é caracterizado como sub-tropical úmido com temperaturas médias anuais de 21°C e 22°C, não havendo período seco definido, com a precipitação média anual variando de 1.700mm a mais de 2200 mm, com clima do tipo Cfa pela classificação de Köppen (São Paulo, 1990; Schaeffer-Novelli et al., 1990). A vegetação predominante pertence ao domínio da Floresta Atlântica, caracterizando-se pela Floresta Ombrófila Densa. Os ambientes de baixada, ou sedimentação, compõem-se de vários sub-tipos vegetacionais, estando os agricultores estudados ocupando as áreas predominantemente de floresta de restinga (São Paulo, 1990; Kirizawa et al., 1992; capítulo 2). Os solos desta região são arenosos e caracterizam-se pela baixa fertilidade natural (Hernani et al., 1987; capítulo 1).

A região estudada apresenta um dos índices demográficos mais baixos do Estado de São Paulo, (18 hab/km², em comparação com a média estadual de 127 hab/km²), concentrando 2,8% da população litorânea deste Estado (São Paulo, 1990; Hogan et al., 1999). As populações rurais estudadas são conhecidas como caiçaras, que são definidos como populações descendentes da miscigenação entre portugueses, indígenas, e africanos, que vivem em áreas rurais e utilizam recursos naturais para subsistência (Mussolini, 1953; Diegues, 1994; Begossi, 1998). Ocupam a costa sudeste do Brasil, e ficaram por muito tempo relativamente isolados do resto do país pelas serras que contornam esta parte do litoral (Mussolini 1953).

Os métodos de cultivo utilizados pelos caiçaras remontam ao período pré-colonial. A agricultura de corte e queima foi a principal atividade agrícola no passado até a primeira metade do século XX (Schmidt, 1958; Dean, 1997; Peroni e Hanazaki, 2002). Atualmente

os sistemas agrícolas são caracterizados por serem poliespecíficos e polivarietais, onde a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), os carás (*Dioscorea* spp.) e as batatas doce (*Ipomoea batatas* Poir.) são as principais espécies (Peroni e Martins, 2000). Apesar de pouco comuns, atualmente, um dos principais componentes sociais relacionados à atividade agrícola foram os ajudatórios, ou mutirões (Mussolini, 1953). Como parte da tradição ameríndia (Schmidt, 1958; Wagley, 1976), parentes e vizinhos cooperavam na abertura de roças, recebendo como pagamento uma ajuda recíproca nos seus trabalhos agrícolas no fim de um dia de trabalho. As principais atividades econômicas atuais entre os caiçaras são a pesca e o turismo; a atividade agrícola está voltada exclusivamente para subsistência (Hanazaki et al, 2003).

As unidades familiares foram escolhidas com base no uso de agricultura itinerante, no tempo de residência local (>5 anos) e no cultivo de mandioca como a principal espécie. Foram estudadas 23 unidades familiares de agricultores de 16 comunidades caiçaras, com consentimento prévio dos agricultores para a execução do estudo. Esta amostra representa aproximadamente 7% da população local residente nestas comunidades²² (capítulo 3: Peroni e Hanazaki, 2002). Ao longo dos anos de 2000 e 2002, foram utilizados cerca de 150 dias de trabalho de campo para caracterização do etnoconhecimento associado ao cultivo de mandioca. Para esta caracterização foram utilizados métodos etnográficos quantitativos e qualitativos (Bernard, 1995; capítulo 1, 2 e 3), e coleta de amostras de indivíduos adultos de mandioca em cada um das 23 unidades familiares.

5.3.1.2. Amazônia – Rio Negro/AM

Na região amazônica, a elevada diversidade inter e intra-específica de espécies cultivadas, é decorrente da interação histórica com as populações humanas amazônicas (Emperaire e Pinton, 2001). Incluídos neste contexto estão os caboclos e ribeirinhos amazônicos localizados em diferentes regiões dentro da Amazônia, entre elas a região das margens do Rio Negro e afluentes.

O Rio Negro faz parte da Amazônia Central, tendo como florestas dominantes a Floresta de Igapó e a Floresta de terra firme (Hueck, 1972). Florestas de terra firme incluem

²² Esta baixa proporção é reflexo do pequeno número de unidades familiares que ainda fazem agricultura itinerante nestas comunidades, ver capítulo 1, Tabela 1.1.

florestas que não ficam inundadas periodicamente, ao contrário das Florestas de Igapó que sofrem alagamentos sazonais (Oliveira, 2001). Apesar dos muitos outros tipos de florestas, e da alta diversidade de espécies, estas são mantidas por solos de baixa fertilidade (Oliveira, et al. 1999). Conhecido pelas sua fertilidade limitada, na bacia do Rio Negro encontram-se solos arenosos, ácidos, fortemente lixiviados e com alto potencial de erosibilidade (Moran, 1990). A fertilidade destes ambientes é garantida principalmente pela incorporação de matéria orgânica, decomposta da biomassa acumulada na serapilheira, mas também pela retenção de nutrientes das chuvas (Stark e Jordan , 1978).

A área de estudo inclui a região entre o município de Ponta Negra, nas imediações de Manaus, até as proximidades de Moura no Rio Unini, a sudeste do município de Barcelos. Estes municípios estão entre os mais antigos da região estudada (Silva, 2003) e localizam-se numa região com uma estação úmida de 8 a 9 meses de duração, com temperatura médias nestes meses superior à 23,5° C (Cochrane e Sánchez, 1982).

Com objetivo comparativo, foi executada uma amostragem de variedades de mandioca num conjunto de 33 unidades familiares de agricultores, de 8 comunidades na região do baixo, médio e adjacências do alto Rio Negro. A região do Rio Negro compreende oito comunidades entre a cidade de Novo Airão e a foz do Rio Unini (AM) (entre as coordenadas geográficas: 2°22'262"N - 61°05'152"O, e 1°38'425"N - 61°41'117"O): Cachoeira do Paricatuba, Saracá, Terra preta, Aracari, Bom Jesus do Puduari, Sto. Elias, Castanho, e Lago das Pedras. Todas estas comunidades situam-se na margem direita do Rio Negro.

5.3.2. Coleta de Indivíduos²³

5.3.2.1. Adultos

A atividade agrícola é executada tanto por homens como por mulheres, mas há divisão de trabalho em função do gênero na execução das etapas de cultivo. Os homens são responsáveis pelo preparo do solo e atividades de colheita, enquanto as mulheres executam as etapas de escolha das variedades e plantio (capítulo 1). Com a ajuda tanto de

²³ Será aqui designado 'indivíduo' e não "variedade" pois muitos indivíduos representam a mesma variedade, como será discutido.

agricultores homens como de mulheres foi amostrado um indivíduo adulto representante de cada uma das variedades cultivadas de mandioca, em uma das roças das 23 unidades familiares de agricultores do Baixo Vale do Ribeira.

Foram coletados 154 indivíduos adultos de mandioca, dos quais 147 foram avaliados através de marcadores genéticos do tipo microssatélite (Apêndice 4). Destes 147 indivíduos, dez foram excluídos das análises por terem apresentado pouca quantidade de DNA, e pela baixa resolução na revelação dos géis de microssatélites. Assim, serão considerados 137 indivíduos para a análise. Os indivíduos de mandioca coletados estão listados segundo a região de origem, município, comunidade e unidade familiar (roça). (Apêndice 4). Estes indivíduos representam 58 etnovariedades citadas pelos agricultores e presentes nas roças nos ciclos agrícolas entre os anos de 2000 e 2001. Parte dos indivíduos coletados foram avaliados morfológicamente através de métodos de taxonomia numérica e etnotaxonomia (capítulo 4).

A coleta de indivíduos adultos foi feita levando-se em conta o critério de identificação do agricultor na unidade de manejo denominada “roça” (de tamanho média igual a 0,06ha – capítulo 1). Para cada variedade cultivada na roça foram utilizados dois métodos complementares de coleta. No primeiro método foram coletadas estacas (manivas) de apenas um indivíduo adulto para reproduzi-los vegetativamente em área experimental. Através deste método foi possível coletar 129 indivíduos. O segundo método consistiu da coleta de folhas de 25 indivíduos que não puderam ser amostrados por estaca pois eram muito jovens. Destas folhas foram feitas excisas mantidas em freezer a temperatura de -80°C . Todos os 154 indivíduos foram então genotipados através do uso de marcadores moleculares do tipo microssatélite.

É importante destacar que na interpretação dos resultados deve-se levar em conta duas propriedades que afetam os resultados: a diversidade intra-varietal e a heterozigosidade. Os indivíduos coletados foram agrupados considerando a roça como uma “população”, representada por um grupo de indivíduos. Quando a “variedade” é considerada como uma população, como nos trabalhos de Peroni (1998), Elias et al. (2001), Sambatti et al. (2001) e Mkumbira et al. (2003), há a necessidade de se coletar mais de um indivíduo de cada variedade. Mesmo apresentando coerência morfológica e coerência etnotaxonômica, as variedades ainda podem apresentar variabilidade intra-varietal. Uma

roça é composta por uma população de tamanho N , resultantes de v (variedades), multiplicados por n indivíduos de cada variedade. Apesar de existir variabilidade genética entre estes n indivíduos dentro de cada uma das v variedades (Peroni 1998, Elias et al. 2001), foram coletados apenas um indivíduo de cada variedade. Assim, na presente coleta é assumido, *a priori*, que as estimativas de diversidade foram subestimadas.

Outra variação esperada *a priori* diz respeito a heterozigosidade. Numa roça, as proporções de n indivíduos de cada v variedade são diferentes, havendo predominância de muitos indivíduos de poucas variedades (Peroni 1998), que são em sua maioria heterozigotos (Sambatti et al., 2001; Elias et al., 2001). Assim, espera-se superestimação de heterozigosidade quando é avaliado apenas um indivíduo de cada variedade num grupo de indivíduos de uma roça (Mühlen, 1999).

A coleta de indivíduos adultos de cada variedade foi feita na unidade amostral “roça”, seguindo um desenho amostral hierárquico, no qual, as roças representam as unidades familiares “dentro” de comunidades (Martins, 2001). Cabe destacar que em cada unidade familiar todas as variedades foram coletadas, independente de serem as mesmas cultivadas por outra unidade familiar na mesma comunidade. Cada indivíduo coletado teve sua posição geográfica obtida em UTM, através de GPS, modelo Garmim 12XL. Outras informações foram anotadas, como a sua origem, os usos e o manejo (Capítulos 1, 2, 3 e 4).

Com objetivo comparativo foram coletados 91 indivíduos de mandioca cultivados entre 33 agricultores ribeirinhos caboclos de 8 comunidades no médio Rio Negro (Apêndice 5). Os mesmos métodos de coleta foram utilizados, com a coleta de estacas de um indivíduo de cada variedade e folhas de plântulas de mandioca germinadas naturalmente. Problemas com o tempo de transporte dos locais de coleta no Rio Negro para a área experimental em Piracicaba (SP), assim como problemas de ordem fitotécnica e fitossanitária, provocaram a morte de 65% ($n=58$) dos indivíduos coletados na amostra original (Apêndice 5). Portanto, para a análise comparativa, serão utilizados 33 indivíduos adultos, nove indivíduos germinados de semente.

Todos os indivíduos coletados em ambas as regiões foram incluídos na coleção de germoplasma de mandioca do Departamento de Genética da ESALQ/USP²⁴ e plantadas no campo experimental deste Departamento.

5.3.2.2. Progênies

Com a finalidade de analisar a estrutura populacional de indivíduos gerados por cruzamentos naturais, assim como o sistema de cruzamento da espécie, foram escolhidas as roças mais isoladas entre as 23 analisadas (GON e TWE, Apêndice 4). Foram amostrados famílias de 30 mães de cada uma das quatro variedades reprodutivas entre os meses de abril e maio de 2001. Cada planta mãe foi identificada in loco pelo agricultor e foram coletados todos os frutos da mesma. Ao todo foram obtidos 628 frutos, totalizando 1281 sementes. Foi executado um teste simples de densidade em um recipiente com água. As sementes que afundaram foram computadas. Todas as sementes foram então escarificadas e distribuídas em *gerbox*, sendo agrupadas em famílias. Foram então colocadas em câmara de germinação à 30°C, com variação de 12 horas de luz e 12 horas de escuro.

Devido às baixas porcentagens de germinação (em média 30%), foram analisadas apenas amostras resultantes de 29 mães de “aipim casela” e 4 mães de “aipim preto” na roça TWE. Na roça GON, foram analisadas famílias de 29 mães de “mandioca-negra” e 17 de “roxinha”, totalizando 79 mães nas duas roças. Cada roça foi considerada como uma população e cada variedade como uma sub-população.

5.3.3. Análises dos marcadores moleculares

Foram utilizados 9²⁵ locos polimórficos de microssatélites, ou sequências curtas repetidas (SSR), denominados de iniciadores ou *primers*. Os locos GA21, GA126, GA131, GA134, GA136, e GA140 foram desenvolvidos por Chavarriaga-Aguirre et al. (1998), e os locos, SSRY13, SSRY89, e SSRY164 foram desenvolvidos por Mba et al. (2001). O método de extração de DNA utilizado seguem a metodologia desenvolvida por Dellaporta et al. (1983) com modificações introduzidas por Mühlen (1999).

²⁴ Esta coleção foi iniciada pelo Prof. Paulo Sodero Martins no início da década de 90 e representa a melhor coleção brasileira de germoplasma de mandioca cultivada em sistemas tradicionais e indígenas. Conta atualmente com mais de 600 acessos.

²⁵ Foram testados 10 locos incluindo o primer SSRY9 (Mba et al., 2001), entretanto este não foi utilizado nas análises finais por não apresentar repetibilidade confiável nos dados.

Para as reações de amplificação po PCR foram utilizados 10ng de DNA genômico em volume de 7,3µl contendo 3,0µl de água deionizada, 1,0µl de dNTP(0,5mM), 1,0µl de MgCl₂ (2,5mM), 1,0µl de solução tampão 10x concentrada (10%), 1,0µl de primers (reverse e forward) a 10mM, e 0,3µl de Taq DNA polimerase (1,0 U).

Foi utilizado um único programa de amplificação em termociclador, variando apenas a temperatura de anelamento para o primer SSRY164. Este programa consistiu de de denaturação prévia a 94°C por 2 min., seguido por 20 ciclos de 94°C por 1min, 56°C (ou 45°C para SSRY164) por 1min., 72°C por 2 mim., e um passo final de extensão de 30mim a 69°C. No processo de eletroforese para separação dos fragmentos, foi utilizado gel de poliacrilamida a 4%, em corrida de 1 hora em tampão TBE 1X em cuba vertical. Foi utilizado método de coloração com nitrato de prata, adaptado de Bassam et al. (1991).

5.3.4. Metodologia de obtenção de bandas de microssatélites.

As bandas dos géis de microssatélites foram avaliadas manualmente em transluminador, e registradas em planilhas. Este registro seguiu a marcação do peso molecular das bandas (alelos) em cada primer avaliado. Assim, utilizando *ladder* de tamanho conhecido em pares de bases 10kb como marcador, registrava-se cada par de bandas, correspondentes para cada indivíduo, considerando-se uma estimativa de 2 kb de diferença mínima entre bandas (Figura 5.1). A variedade comercial “Mantiqueira”²⁶ foi utilizada em todos os géis como padrão comparativo.

As bandas geradas serão consideradas de duas maneiras distintas: a) como “bandas” independentes sem relação de alelismo entre fragmentos, registradas então como presentes (1), ou ausentes (0); b) como alelos múltiplos dos 9 locos distintos avaliados. Neste caso será usado o termo “alelo” e serão considerados os seus pesos moleculares estimados.

²⁶ A amostra desta variedade foi obtida na coleção de germoplasma da ESALQ/USP. Sua identificação nesta coleção é “DG137”.

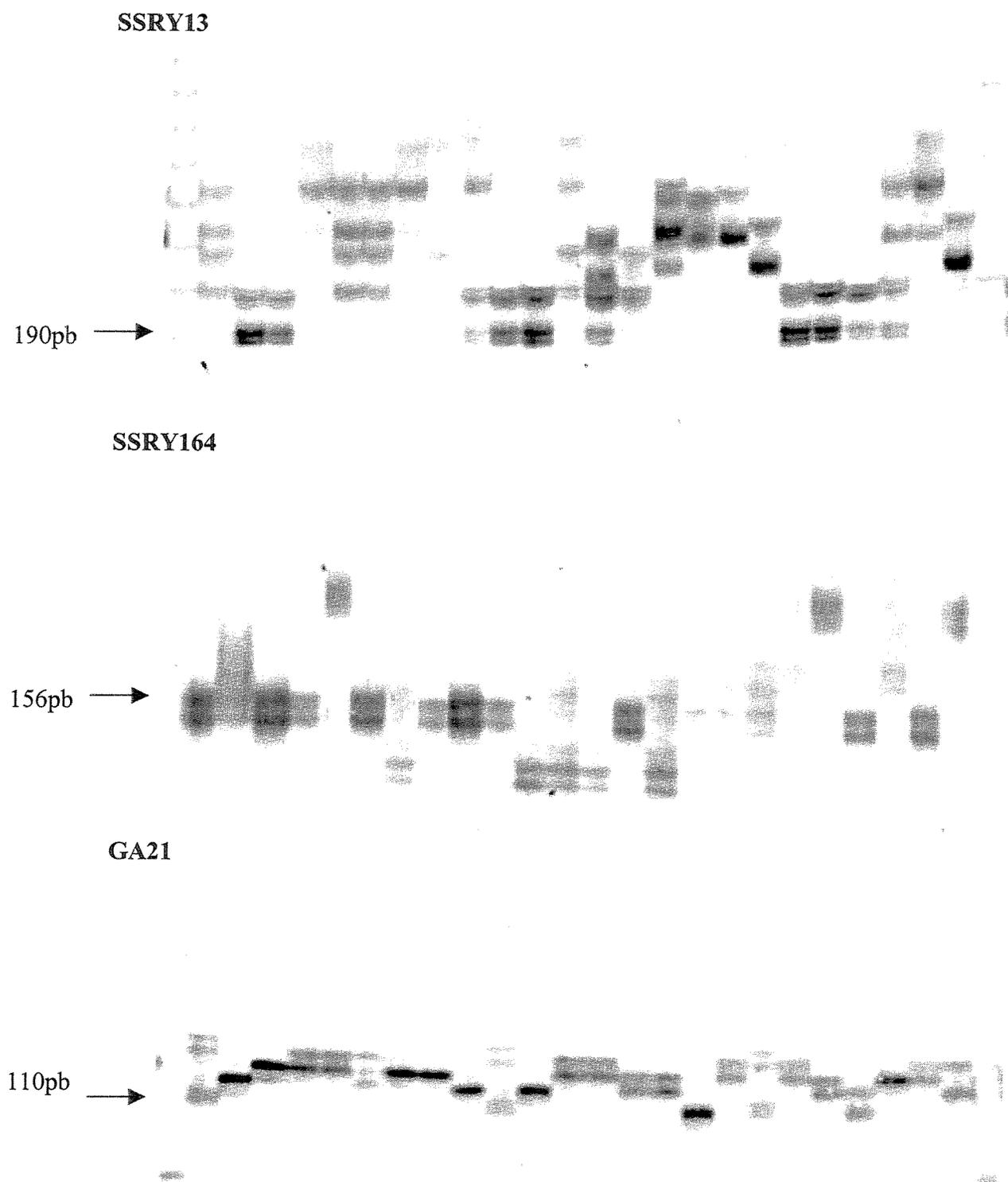


Figura 5.1. Perfis de 3 géis de SSR representando 3 dos 9 primers utilizados nas análises. Estão representados 24 indivíduos de variedades de mandioca distribuídos em 24 canaletas. Nas bordas laterais estão os padrões de peso molecular em pares de base (10pb).

5.3.5 Análise estatística

Os indivíduos foram analisados segundo os locais de origem (roças), e segundo a classificação local (usos) entre os grupos de variedades de “mandiocas bravas” e “aipins”. Assim, foram estudados, a partir da classificação dos agricultores, 137 indivíduos, dentre os quais 77 indivíduos foram classificadas como “aipins” (A), e 60 como “mandioca brava” (M), distribuídos em 23 roças. Cabe destacar que esta divisão é baseada exclusivamente na identificação feita pelos agricultores.

A partir da leitura dos dados dos géis foram obtidas as frequências alélicas e genotípicas em cada loco. As roças consideradas como amostras, ou grupo de indivíduos, inviabilizam as análises de estatística F de Wright (Wright 1951), pelos aspectos já apresentados, e também porque apresentam um pequeno número de indivíduos por roça. Estas particularidades impedem as análises da estruturação genética em termos dos desvios ao modelo de equilíbrio de Hardy-Weinberg e endogamia. Assim, para o estudo da estruturação genética da diversidade “dentro” e “entre” roças foi utilizado a estatística R_{ST} de Slatkin (1985) e, comparativamente, o coeficiente de diferenciação genética G_{ST} , proposto por Nei (1973).

No caso de R_{ST} , as estimativas do parâmetro levam em conta tanto as frequências alélicas, como a variação do número de repetições contidas no microssatélite, para estimar as distâncias genéticas (Slatkin, 1985). Com isso, obtêm-se maior robustez nas análises estatísticas nos casos em que as unidades amostrais possuem um número pequeno de indivíduos (Goodman, 1997). Apesar disso, para as estimativas de R_{ST} foram incluídas apenas roças com número igual ou superior a 5 indivíduos, totalizando então 18 unidades amostrais (roças).

Devido ao pequeno número de indivíduos em cada população, as estimativas de G_{ST} foram feitas com a ponderação das frequências alélicas pelo número de indivíduos de cada grupo (Nei, 1978; Nei e Chesser, 1983).

Para estudo da diversidade genética tanto em relação à origem (local das 23 roças), como para seu uso (“mandiocas-bravas”, e “aipins”), foram então utilizados os seguintes parâmetros genéticos (Brown e Weir, 1983): a riqueza alélica (A), o número efetivo médio de alelos por roça (n_A), a heterozigosidade observada (H_o), e a heterozigosidade esperada (H_e). Foram obtidas também estimativas dos parâmetros de diversidade genética dentro de

populações (H_S), e a diversidade total (H_T), segundo Nei (1987). Os parâmetros foram estimados a partir do valor médio entre diferentes locos.

Cabe destacar que a heterozigosidade (H) será referida como índice de diversidade, como proposto por Weir (1996). Quando são consideradas populações de cruzamento livre, este índice expressa as frequências alélicas como proporção de heterozigotos na população. Assim, como sugere Weir (1996), no caso de amostras como as aqui analisadas é mais apropriado usar a terminologia “diversidade gênica”.

A partir da presença e ausência de bandas foram estimados os coeficientes de similaridade de DICE (Dice, 1945) entre indivíduos, e também obtidos os valores médios dentro e entre roças. Para estudo da estruturação da diversidade foi então utilizado o método de agrupamento aglomerativo (UPGMA) (Sneath e Sokal, 1973). Posteriormente as similaridades entre roças foram transformadas em distâncias médias, obtidas a partir dos valores dos índices de similaridade de DICE subtraídos da unidade (1-coeficiente de DICE). Estes coeficientes foram usados para o cálculo das correlações de Pearson (r) entre as distâncias genéticas e geográficas em UTM.

Para as análises da estrutura espacial foi utilizado uma matriz das distâncias geográficas entre indivíduos, e entre roças, estimado pela distância euclidiana simples a partir da posição geográfica obtida em metros (UTM).

A significância das correlações das correlações matriciais, foi testada com auxílio da estatística Z de Mantel (Mantel, 1967) com 9999 permutações geradas aleatoriamente.

Para o estudo da classificação entre “mandiocas bravas” e “aipins” foi utilizado a Análise Fatorial de Correspondência (AFC) (Benzécri, 1973; Greenacre, 1984; Escofier e Pagès, 1990). Esta análise é um tipo de análise canônica adaptada para descrever associações entre variáveis qualitativas. É considerada uma técnica descritiva e exploratória, desenhada para analisar tabelas de dupla ou múltipla entrada, contendo medidas de correspondência entre linhas e colunas. Esta análise permite, assim, explorar a estrutura de variáveis categóricas. Foram utilizados os comprimentos dos alelos em pares de base, analisadas pelo programa Genetix versão 4.04 (Belkhir k. et al., 2003).

Para análise comparativa entre as variedades do Vale do Ribeira e do Rio Negro, foram descontados os indivíduos geneticamente idênticos (clones). A estabilidade do agrupamento entre grupos de variedades das duas regiões foi testada através do procedimento de reamostragem de bootstrap por 10000 permutações. Para esta finalidade foi utilizado distância genética de Nei (1978), que pressupõe que a divergência entre populações é causada por deriva genética e mutação (Nei, 1978; Weir, 1996). Foi utilizado o programa TFPGA (Miller, 1997), para os cálculos das distâncias genéticas entre grupos, e para a reamostragem (bootstrap).

Foi utilizado o programa NTSYS (Rolf, 1992) versão 2.02I para os cálculos de similaridade de DICE e construção dos dendrogramas. Para as análises da estrutura genética foi utilizado o programa Genetix versão 4.04 (Belkhir k. et al., 2003) e GDA Version 1.0 (d16c) (Lewis e Zaykin, 2001). Para os cálculos de R_{ST} entre grupos de roças foi utilizado o programa R_{ST} -Calc versão v2.2 (Goodman, 1997).

Para a análise dos genótipos gerados por reprodução sexuada, a diversidade genética e as estatísticas F foram estimadas sob modelo aleatório. Assim, as populações amostradas são consideradas representativas da espécie e com história evolutiva comum (Weir, 1996). Foram estimadas as frequências alélicas, o número de alelos por loco (A), a heterozigosidade observada (H_o), a heterozigosidade esperada (H_e) e as estatísticas F de Wright (F_{IS} , F_{ST} , F_{IT}). Foram utilizados os programas GDA Version 1.0 (d16c) (Lewis e Zaykin, 2001), e Genetix versão 4.04 (Belkhir k. et al. 2003).

5.4. Resultados

Todos os 9 locos microssatélites utilizados nas análises laboratoriais foram polimórficos (Tabela 5.1). Na tabela 5.1 estão apresentados as temperaturas de anelamento para cada um dos 9 locos de SSR avaliados, assim como suas respectivas amplitudes alélicas, heterozigosidade observada, e índices de diversidade gênicas.

O número médio de alelos por loco polimórfico foi de 4,56 alelos, variando de 2 alelos (loco GA134) a 7 alelos (loco SSRY164), num total de 41 alelos (Tabela 5.1). A maior amplitude alélica observada foi de 320 pares de bases no primer GA134. O loco GA131 apresentou a maior heterozigosidade observada (0,816), enquanto os locos SSRY089 e GA021 apresentaram a menor heterozigosidade observada (0,596).

Tabela 5.1. Locos de microssatélites utilizados para as análises com as respectivas amplitudes alélicas, número de alelos por loco (A), temperatura de anelamento (T_a), heterozigiosidade observada (H_o), heterozigiosidade intra-populacional (H_s), e heterozigiosidade total em cada loco (índices de diversidade gênica) (H_t). Valores de H refletem o agrupamento das variedades em termos do uso.

Locos de SSR	Amplitude alélica (pb)	A	T_a (°C)	H_o	H_s	H_t
GA021	110-116	4	56	0,596	0,687	0,717
GA126	182-219	6	56	0,728	0,665	0,692
GA131	098-116	5	56	0,816	0,733	0,752
GA134	310-320	2	56	0,618	0,494	0,493
GA136	150-158	3	56	0,779	0,604	0,608
GA140	144-166	6	56	0,662	0,617	0,696
SSRY013	190-224	5	56	0,677	0,707	0,737
SSRY089	106-118	3	56	0,596	0,470	0,480
SSRY164	138-184	7	45	0,603	0,574	0,659
Média	-	4,56	-	0,675	0,617	0,648

Considerando os dois grupos de variedades identificados pelos agricultores, a média da diversidade gênica (H_s) de 0,654 entre os “aipins” foi maior que entre as “mandiocas-bravas” (0,582) (Tabela 5.2). Os resultados mostram maior diversidade genética entre os indivíduos classificados como “aipins”. Observa-se que a riqueza alélica, expressa pelo número médio de alelos, assim como a estimativa da heterozigiosidade observada são maiores entre os “aipins”, que entre as “mandiocas-bravas”. (Tabela 5.2). Além disso, dos 41 alelos dos 9 locos estudados, 3 alelos são exclusivos entre os “aipins”, apresentando a maior frequência o alelo 219 do loco GA126 (0,105) (Tabela 5.3). As frequências alélicas dos grupos estão representadas no Apêndice 7.

Tabela 5.2. Estimativas de parâmetros genéticos de diversidade nos grupos de “aipins” e “mandiocas bravas”. N: número de indivíduos amostrados; L: número de locos microssatélites; P: proporção de locos polimórficos; n_A : número médio de alelos; A: número total de alelos; H_o : heterozigosidade observada; H_s : heterozigozidade média intra-populacional multilocos.

Grupos	N	L	P	n_A	A	H_o	H_s^*
Aipim	76	9	1,0	4,56	41,0	0,725	0,654
M.Brava	60	9	1,0	4,22	38,0	0,611	0,582
Média	68	9	1,0	4,39	39,5	0,668	0,617

* Corrigidos pelo tamanho dos grupos (Nei e Chesse, 1983).

Analisando a estrutura genética dos dois grupos, observa-se pouca estruturação no que diz respeito à distribuição da diversidade entre grupos. Foi obtido o valor do coeficiente de diferenciação genética, G_{ST} , para estimar a diversidade entre grupos, obtendo-se um valor de 0,048 [$1-(0,617/0,648)$]. Comparativamente, o valor de R_{ST} foi de 0,057 ($P<0,001$), (IC 95% 0,0359 a 0,0947). Os valores obtidos tanto por R_{ST} , assim como por G_{ST} , indicam que apesar dos “aipins” serem mais diversos que as “mandiocas-bravas”, a divergência entre grupos é pequena mas significativa, onde a maior parte da diversidade genética está concentrada dentro dos grupos.

Tabela 5.3. Alelos exclusivos e frequência no grupo dos “aipins”.

Locos	Alelos	Frequência	Grupo
GA126	219	0,105	AIPIM
SY013	198	0,026	AIPIM
SY164	138	0,007	AIPIM

5.4.1. Análise de similaridade entre todos os indivíduos das variedades amostradas no Vale do Ribeira/SP .

A análise das similaridades genéticas entre indivíduos revelou um total de 95 genótipos dos 137 analisados (Figura 5.2). O coeficiente de correlação cofenética obtido foi de 0,741, mostrando uma boa representação das similaridades originais entre as amostras. Do total de indivíduos analisados, 30% são geneticamente idênticos, formando 22 grupos de clones considerando um nível de similaridade de 100% (Figura 5.2).

Estes, os 22 grupos de clones, encontram-se indivíduos com mesma nomenclatura e indivíduos com nomenclatura diferente. Dos 22 grupos, 15 apresentam o tamanho mínimo de 2 indivíduos, e apenas um grupo apresenta o máximo de 8 indivíduos (A17, M80, A87, A102, A109, A133, A147, E A148). Os dados revelaram também agrupamentos significativos entre grupos de variedades de “aipins” e “mandiocas-bravas”, havendo dificuldades de se encontrar sub-grupos coerentes. Apesar dos 22 grupos de clones, predominam indivíduos de variedades muito próximas geneticamente, mas com nomenclatura diferente.

Não foi possível ter uma identificação botânica definitiva dos indivíduos A34 e M82. Na identificação parcial²⁷ concluiu-se que podiam se tratar de híbridos interespecíficos entre *M. esculenta* e *M. glaziovii*. Pela posição que ocupam no dendrograma esta hipótese pode ser confirmada, se considerada a natureza dos marcadores moleculares utilizados. Estes são *primers* específicos de *M. esculenta*. É possível ter havido anelamento e amplificação apenas da porção do genoma de *M. esculenta* nestes indivíduos, fazendo com que estes híbridos se agrupassem tão internamente ao conjunto de indivíduos de *M. esculenta* analisados. Era de se esperar que, geneticamente, eles fossem muito menos similares às variedades de *M. esculenta*. A condição ideal seria analisar os indivíduos de *M. esculenta* e *M. glaziovii* juntos, com um número de *primers* específicos de *M. glaziovii*. Mesmo considerando estas condições, não há dúvida que estes indivíduos são morfologicamente muito diferentes dos indivíduos de *M. esculenta*. Apesar destes indivíduos terem sido coletados em locais diferentes, e sem qualquer relação de troca envolvida, eles são clones. Um deles, o A34, foi coletado na borda de uma roça onde

²⁷ Segundo Dr. Rui Mendes (EMBRAPA/ CENARGEN – BRASÍLIA), comunicação pessoal.

havia outros indivíduos replicados do agricultor “BEN” em Pedrinhas. O indivíduo M82 foi coletado num quintal, depois de ter sido trazido da roça do agricultor “BNT” de Aquáriu. Apesar disto, não foram encontrados outros indivíduos de M82 na roça de “BNT”. Este agricultor trouxe uma amostra de um indivíduo depois de ter plantado por algum tempo, e desistiu pela excesso de fibra produzido na farinha. Mesmo assim, plantou no quintal para sombreamento, uma vez que M82 atinge porte arbustivo-arbóreo. Assim, considerando estes resultados em conjunto, há fortes indícios da incorporação nas roças, de indivíduos interespecíficos do gênero *Manihot*. Estes dados são de extrema relevância, uma vez que não há fortes barreiras reprodutivas entre estas espécies, esta prática é um fator de amplificação da diversidade dentro de *M. esculenta*.

No dendrograma da figura 5.2, os indivíduos M2 (“Caterina”) e M144 (“Franciscana”) são as amostras mais discrepantes de todo conjunto. Excetuando-se estes indivíduos, observa-se a formação de 2 grandes grupos de variedades no nível de 50% de similaridade (cofenética), que correspondem a um grupo de “aipins”, identificados com a inicial “A” em cada sigla, e outro de “mandiocas bravas”, identificados com a letra “M” em cada sigla.

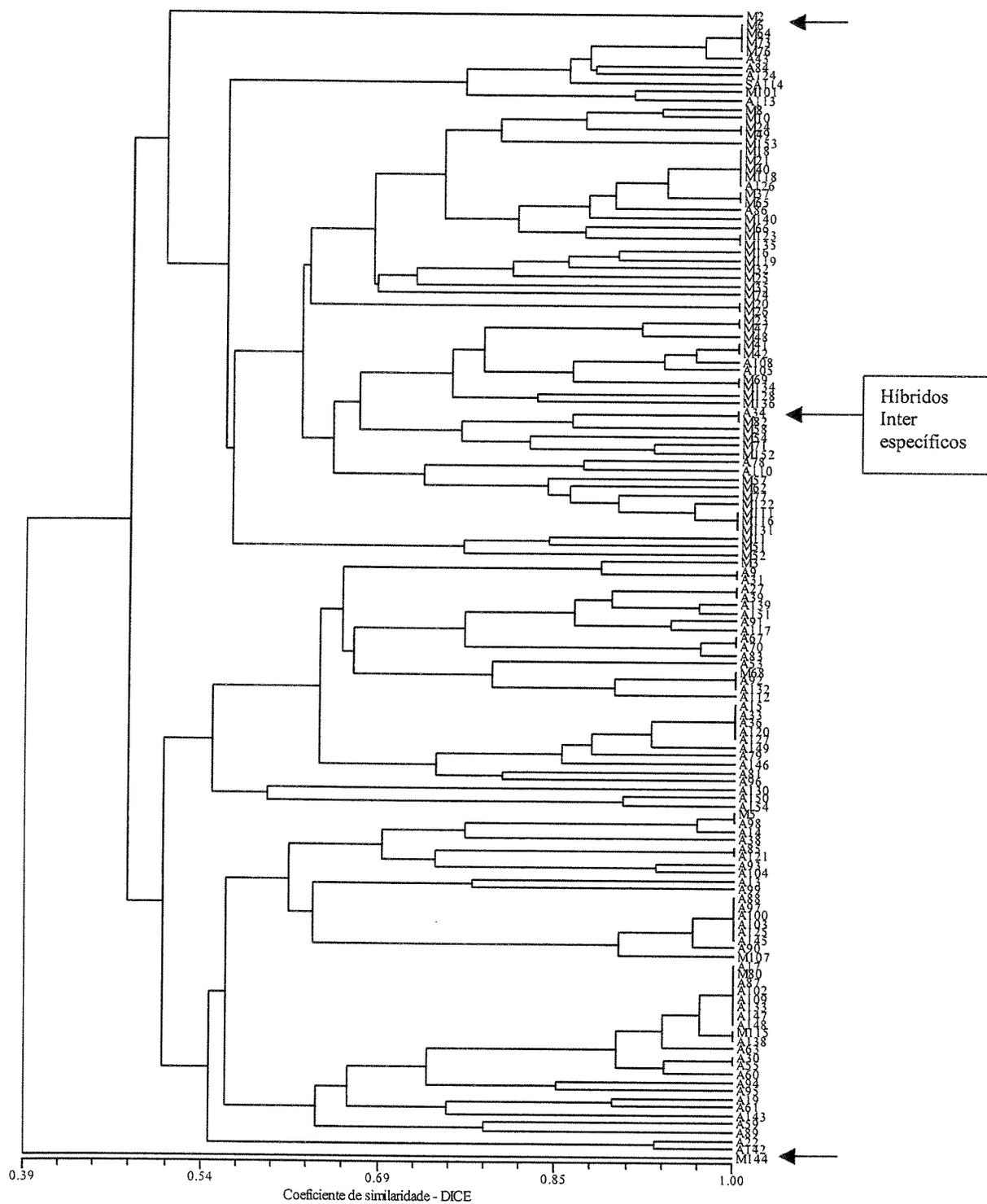


Figura 5.2. Dendrograma com 137 amostras de mandioca do Vale do Ribeira. Coeficiente de similaridade de Dice. A numeração identifica cada indivíduo, com a primeira letra da sigla indicando o tipo de variedade, “A” para “aipim”, e “M” para “mandioca brava”. As setas indicam os indivíduos mencionados no texto.

Algumas ligações de grupos nos níveis menos similares indicam uma diferenciação pequena dentro dos dois grandes grupos. Assim, a tendência de separação das “mandiocas bravas”, dos “aipins” é de natureza contínua, apesar deles serem observados separados no nível de 50% de similaridade. (Figura 5.1).

A análise de correspondência fatorial (Figura 5.3) corrobora com a classificação gerada pela análise de agrupamento (Figura 5.1), e reforça a distribuição contínua da classificação *a priori*, uma vez que há sobreposição entre indivíduos dos dois grupos. Apesar da baixa porcentagem da variância acumulada nos dois primeiros eixos (27,31%), é possível observar a mesma tendência de separação entre os dois grupos de variedades observada nos agrupamentos, com as variedades de mandiocas (M) concentrando-se mais à esquerda do eixo 1 (Figura 5.3).

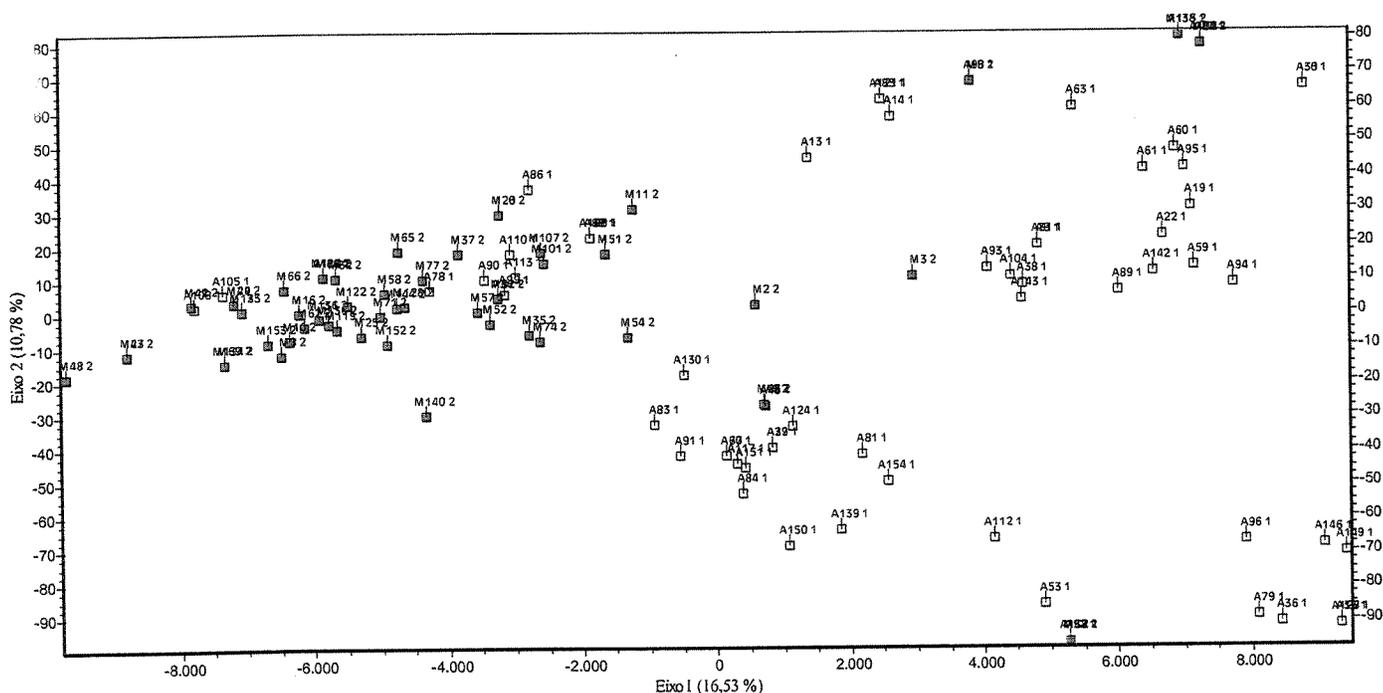


Figura 5.3. Representação gráfica dos dois primeiros eixos da análise de correspondência fatorial gerada pela análise de 137 indivíduos de mandioca, classificados como “aipins” (A), e “mandiocas bravas” (B). O eixo 1 e o eixo 2 representam respectivamente 16,53% e 10,78% da variação total.

Os dois grupos de variedades constituem-se de 76 indivíduos de “aipins” e 60 de “mandiocas-bravas”, segundo a classificação prévia dos agricultores. Considerando a análise de agrupamento, foram agrupados 47 indivíduos como “mandioca-brava”, e 46 indivíduos como “aipim”, desconsiderando-se as indivíduos M2 e M144, e desconsiderando-se os clones (Figura 5.1). Dos 47 indivíduos agrupados pela análise de agrupamento como “mandioca-brava”, 12 foram classificados como “aipins” pelos agricultores. Dos 46 indivíduos agrupados pela análise como “aipins”, apenas 6 foram classificados pelos agricultores como “mandiocas-bravas” (Figura 5.1). Os trabalhos da literatura não são conclusivos em apontar diferenças genéticas claras entre “mandiocas-bravas” e “aipins”, indicando tendências de separação genômica entre estes grupos (Colombo et al., 1998; Mülhen, 1999; Mkumbira et al., 2003). Assim, considerando o presente agrupamento, ele não foi dividido em dois grupos exatos em apenas 13% (18/93) dos casos.

A congruência é grande quando considerados a etnoclassificação e o agrupamento. Dos 76 indivíduos de “aipins”, e 60 de “mandioca-brava”, 60,5% foram agrupados geneticamente como “aipins”, e 78% foram agrupados como “mandiocas-bravas” (descontando-se dois indivíduos, o M2 e o M144). Estes dados reforçam a porcentagem de acertos obtidas pela diferenciação morfológica entre variedades (capítulo 3).

Os resultados das análises morfológicas mostraram uma tendência contínua de separação morfológica entre variedades de “aipim” e de “mandioca-brava” (ver capítulo 3). Os dados de similaridade genética mostram a mesma tendência, porém mais evidenciada pelas diferenças genéticas entre grupos (Quadro 5.1). O teste de Mantel mostrou uma fraca, mas significativa, correlação positiva entre as distâncias genéticas (1-Dice) e as distâncias morfológicas (Dist. Euclidianas) (parâmetros do teste de Mantel: $Z = 4624,40$ $P = 0,001$; $r = 0,186$, $P = 0,002$, com matrizes de 69 amostras).

	Aipim	Mandioca-brava
Aipim	0,55 (0,45)	
Mandioca-brava	0,51 (0,49)	0,58 (0,42)
Total	0,54 (0,46)	

Quadro 5.1. Similaridades médias dentro e entre grupos de aipins e mandiocas-bravas pelos índices de similaridades de Dice. Entre parênteses o coeficiente de distância genética (1-Dice)

5.4.2. Variação genética entre os grupos de “aipim” e “mandioca-brava” sem a presença de clones.

Como foi detectada a presença de clones, foram recalculados as estimativas de heterozigosidade observada, heterozigosidade esperada (índice de diversidade gênica), de número médio de alelos por grupo, de alelos exclusivos aos grupos, e do coeficiente de diferenciação genética G_{ST} . Foram excluídos todos os indivíduos geneticamente iguais dentro e entre os grupos, inclusive todas as combinações de clones entre aipins e mandiocas-bravas dos dois grupos.

O valor de G_{ST} estimado foi de 0,048 [1-(0,613/0,643)] igual ao valor com os clones incluídos. Comparativamente, o valor de R_{ST} foi de 0,062 ($P < 0,001$), (IC 95% 0,0354 a 0,1119), indicando que a maior parte da diversidade está concentrada entre os grupos. Estas novas estimativas são baseadas em 94 indivíduos geneticamente diferentes, separados em 53 indivíduos classificados como “aipim”, e 41 indivíduos classificados como “mandioca-brava”.

Os resultados, obtidos nesta nova análise, reforçam as diferenças entre o grupo dos “aipins” e “mandiocas-bravas”. A principal diferença está na redução do número médio de alelos no grupos das “mandiocas-bravas” e aumento do número de alelos exclusivos no grupo dos “aipins”. De forma geral os valores de heterozigosidade observada, diversidade gênica, e índice de diferenciação genética sofreram poucas mudanças (Tabela 5.4) A divergência entre grupos também sofreu pequeno aumento, e como na análise considerando os clones, apesar de pequena, foi altamente significativa como destacado acima.

Tabela 5.4. Estimativas de parâmetros genéticos de diversidade nos grupos de “aipins” e “mandiocas bravas” com a exclusão de clones entre e dentro de grupos. N: número de indivíduos amostrados; L: número de locos microssatélites; P: proporção de locos polimórficos; n_A : número médio de alelos; A: número total de alelos; H_o : heterozigosidade observada; H_S : heterozigozidade média intra-populacional multilocos.

Grupos	N	L	P	n_A	A	H_o	H_S^*
Aipim	53	9	1,0	4,56	41	0,702	0,657
M.Brava	41	9	1,0	3,89	35	0,575	0,568
Média	94	9	1,0	4,23	38	0,638	0,613

* Corrigidos pelo tamanho dos grupos (Nei e Chesse, 1983)

Sem a presença dos clones, o número de alelos exclusivos se eleva para seis, com freqüências variando de 0,0094 (alelo 134, Loco SYY164), até 0,2264 (alelo 144, Loco GA140) (Tabela 5.5). Assim, mesmo considerando que ainda existam classificações errôneas das variedades entre agricultores, é aparente a exclusividade de alelos em apenas um dos grupos e a maior diversidade entre os “aipins”.

Tabela 5.5. Alelos exclusivos e freqüência no grupo dos “aipins”.

Locos	Alelos	Freqüência	Grupo
GA126	219	0,0113	AIPIM
GA140	144	0,2264	AIPIM
SYY013	212	0,0377	AIPIM
SYY164	138	0,0094	AIPIM
SYY164	140	0,0283	AIPIM
SYY164	168	0,0570	AIPIM

5.4.3. Análise de similaridade e distância genética entre roças amostradas no Vale do Ribeira/SP.

Para o conjunto de populações analisadas a média do total de alelos por roça foi de 29,52 (desvio padrão igual a 4,26 alelos) com número mínimo de 20 alelos (população 13), e número máximo de 38 alelos (população 3) (Tabela 5.6). A correlação de Pearson mostrou uma alta correlação entre o tamanho da população amostrada e o número de alelos por roça ($r=0,729$, $p<0,01$). De acordo com a Tabela 5.6 a heterozigosidade observada (H_o) variou de 0,467 (população 6) a 0,800 (população 4), com média de 0,674.

As populações compartilham praticamente todos os alelos, sendo que o número de alelos exclusivos é praticamente nulo entre as populações. Apenas o alelo SSY164 está presente exclusivamente na população 3, com frequência de 0,028.

Tabela 5.6. Estimativas dos parâmetros genéticos em 23 roças, sendo N: número de indivíduos amostrados; Locos: número de locos analisados;; A: número total de alelos;; H_s : heterozigosidade esperada dentro do grupo (índice de diversidade gênica); H_o : heterozigosidade observada; P(0,99) polimorfismo em nível de 99%; n_A : número médio efetivo de alelos por local. Entre parênteses está apresentado o desvio padrão das estimativas. Na roças com 2 indivíduos não foram estimados H_o e H_s . As siglas na coluna “pop.” representam as unidades familiares dos grupos de indivíduos amostrados.

Pop.	N	Locos.	A	H_s^*	H_o	P(0,99)	n_A
1(GON)	7	9	30	0,564 (0,046)	0,540 (0,074)	1,00	3,333 (0,300)
2(TWE)	8	9	31	0,646 (0,034)	0,694 (0,056)	1,00	3,444 (0,200)
3(ANT)	18	9	38	0,631 (0,039)	0,661 (0,039)	1,00	4,222 (0,500)
4(TEO)	5	9	32	0,686 (0,330)	0,800 (0,058)	1,00	3,556 (0,300)
5(BEN)	6	9	28	0,519 (0,062)	0,593 (0,097)	1,00	3,111 (0,300)
6(JOV)	5	9	22	0,506 (0,073)	0,467 (0,125)	0,88	2,444 (0,300)
7(MIG)	6	9	28	0,638 (0,047)	0,648 (0,065)	1,00	3,111 (0,300)

Cont.							
8(JOS)	4	9	28	0,663 (0,042)	0,722 (0,077)	1,00	3,111 (0,300)
9(ALC)	5	9	30	0,686 (0,050)	0,600 (0,033)	1,00	3,333 (0,300)
10(BER)	5	9	27	0,642 (0,041)	0,711 (0,048)	1,00	3,000 (0,200)
11(MAR)	7	9	34	0,636 (0,046)	0,667 (0,071)	1,00	3,778 (0,400)
12(EUR)	6	9	31	0,630 (0,037)	0,759 (0,069)	1,00	3,444 (0,300)
13(ATO)	2	9	20	-	-	1,00	2,222
14(BNT)	5	9	33	0,689 (0,055)	0,711 (0,048)	1,00	3,667 (0,400)
15(AGO)	6	9	33	0,662 (0,039)	0,685 (0,059)	1,00	3,667 (0,300)
16(PED)	6	9	32	0,640 (0,056)	0,704 (0,061)	1,00	3,556 (0,300)
17(DUV)	2	9	22	-	-	1,00	2,444
18(AND)	5	9	28	0,603 (0,062)	0,756 (0,114)	1,00	3,111 (0,300)
19(JOA)	3	9	26	0,704 (0,046)	0,778 (0,111)	1,00	2,889 (0,300)
20(DIT)	4	9	28	0,643 (0,056)	0,750 (0,072)	1,00	3,111 (0,300)
21(MAT)	7	9	32	0,636 (0,040)	0,667 (0,067)	1,00	3,556 (0,300)
22(EVA)	5	9	32	0,694 (0,052)	0,644 (0,073)	1,00	3,556 (0,300)
23(JCA)	10	9	34	0,654 (0,044)	0,700 (0,047)	1,00	3,778 (0,300)
Média	5,96 (3,18)	9	29,52 (4,26)	0,637 (0,052)	0,679 (0,800)	0,99	3,280 (0,474)

* estimativa de Nei (1978)

No quadro 5.2 estão apresentadas as médias das similaridades de Dice entre roças. Na diagonal encontram-se os valores de similaridade dentro de cada roça, e fora da diagonal os valores de similaridade entre todas as roças. A similaridade média dentro de roças foi $S=0,57$ variando entre $S=0,46$ (ALC e EVA) até $S=0,70$ (BEN). A média total, e entre roças foi de $S=0,54$, com o valor mínimo de similaridade entre roças de $S=0,39$ (pares

JOA x JOV, e JOS x JOV), e o valor máximo de $S=0,65$ (par ATO x BEN). Há uma tendência geral dos indivíduos de uma mesma roça serem mais similares que indivíduos de roças diferentes, porém as diferenças da similaridade dentro e entre roças são pequenas. O maior valor dentro de roças, do que entre roças, se deve a presença de clones que aumentam a similaridade média entre variedades e, conseqüentemente, entre roças.

	AGO	ALC	AND	ANT	ATO	BEN	BER	BNT	DIT	DUV	EUR	EVA	GON	JCA	JOA	JOS	JOV	MAR	MAT	MIG	PED	TEO	TWE	
AGO	0,53																							
ALC	0,53	<u>0,46</u>																						
AND	0,50	0,53	0,65																					
ANT	0,52	0,49	0,55	0,55																				
ATO	0,58	0,54	0,53	0,52	0,62																			
BEN	0,57	0,50	0,47	0,54	<u>0,65</u>	<u>0,70</u>																		
BER	0,60	0,52	0,52	0,55	0,59	0,59	0,60																	
BNT	0,55	0,54	0,54	0,50	0,56	0,54	0,55	0,51																
DIT	0,58	0,49	0,48	0,58	0,59	0,62	0,60	0,52	0,58															
DUV	0,60	0,51	0,56	0,58	0,56	0,61	0,64	0,57	0,62	0,63														
EUR	0,59	0,53	0,54	0,55	0,62	0,64	0,61	0,57	0,59	0,61	0,60													
EVA	0,48	0,47	0,52	0,52	0,43	0,48	0,51	0,48	0,51	0,56	0,50	<u>0,46</u>												
GON	0,52	0,50	0,53	0,49	0,64	0,59	0,56	0,52	0,53	0,53	0,59	0,45	0,59											
JCA	0,56	0,53	0,53	0,52	0,50	0,50	0,55	0,55	0,53	0,58	0,55	0,51	0,49	0,54										
JOA	0,50	0,54	0,61	0,49	0,50	0,47	0,51	0,57	0,45	0,55	0,54	0,48	0,53	0,54	0,56									
JOS	0,49	0,53	0,61	0,49	0,45	0,41	0,50	0,55	0,41	0,48	0,49	0,48	0,51	0,53	0,60	0,57								
JOV	0,56	0,46	0,42	0,54	0,54	0,63	0,55	0,50	0,62	0,55	0,58	0,45	0,48	0,49	<u>0,39</u>	<u>0,39</u>	0,68							
MAR	0,59	0,52	0,51	0,54	0,58	0,61	0,57	0,55	0,59	0,59	0,59	0,49	0,52	0,54	0,49	0,48	0,59	0,55						
MAT	0,57	0,51	0,54	0,56	0,60	0,63	0,60	0,53	0,61	0,60	0,60	0,51	0,56	0,53	0,50	0,47	0,56	0,57	0,57					
MIG	0,57	0,55	0,55	0,50	0,59	0,56	0,55	0,59	0,52	0,55	0,58	0,46	0,55	0,54	0,57	0,56	0,52	0,57	0,53	0,57				
PED	0,54	0,53	0,61	0,53	0,46	0,48	0,53	0,54	0,48	0,56	0,54	0,50	0,48	0,55	0,56	0,58	0,48	0,54	0,52	0,55	0,56			
TEO	0,57	0,54	0,54	0,52	0,54	0,50	0,58	0,57	0,54	0,57	0,56	0,51	0,54	0,58	0,57	0,57	0,48	0,55	0,54	0,57	0,53	0,56		
TWE	0,56	0,50	0,52	0,55	0,54	0,54	0,60	0,53	0,59	0,58	0,58	0,51	0,54	0,55	0,51	0,50	0,55	0,55	0,58	0,51	0,51	0,59	0,57	
T	0,54																							

Quadro 5.2. Similaridades médias entre as 23 roças obtidas através da matriz de similaridade gerada pelo coeficiente de similaridade de Dice. Os valores em itálico e sublinhados estão discutidos no texto. A primeira linha e coluna estão listados as roças de cada unidade familiar.

O valor de R_{ST} estimado entre as 18 roças foi de 0,0101 ($p < 0,01$). Esta estimativa foi significativamente diferente de zero (IC 95% 0,0375 a 0,1032). Este valor indica que também no caso das roças a maior parte da diversidade está concentrada dentro das roças.

Considerando o cálculo da diversidade calculada com todos os locos, a diversidade dentro das populações foi de $H_S = 0,628$, a diversidade total $H_T = 0,650$, com $G_{ST} = 0,0337$. Este valor é da mesma grandeza do valor encontrado através do cálculo com R_{ST} .

Dois aspectos são fundamentais ao modelo metapopulacional: endogamia gerada por subdivisão nas subpopulações, e diversidade genética menor dentro das sub-populações em relação à população (Vencovsky e Coelho, 1999). Pelas características intrínsecas ao modelo amostral utilizado, e a definição de população usada, não é possível estimar se é gerada endogamia devido à subdivisão, porém os resultados sugerem uma estrutura análoga ao modelo de metapopulações uma vez que as roças estão interconectadas por relações de troca. Estas trocas funcionam analogamente à recolonização de locais onde ocorreram perdas, tornando a diferenciação gênica entre roças menor que a diferenciação dentro das roças.

Em relação às distâncias genéticas e geográficas entre roças, o teste de Mantel mostrou uma fraca, mas significativa, correlação positiva entre as distâncias genéticas (1-Dice) e as distâncias geográficas (parâmetros do teste de Mantel: $Z = 3600362,52$, $P = 0,012$; $r = 0,157$, $P = 0,032$). Assim, a influência da distância geográfica é pequena, mas não pode ser desconsiderada, quanto à divergências genéticas entre roças.

Os valores das médias das similaridades genéticas dentro e entre roças (quadro 5.2), assim como as estimativa da diversidade genética entre roças (R_{ST}), e as análises das correlações espaciais, indicam pouca diferenciação entre roças, com a diversidade concentrada predominantemente dentro das roças. Uma análise geral da diversidade genética, considerando os parâmetros aqui estimados, permite afirmar que a diversidade pode se considerada de média a alta, quando comparada aos resultados obtidos por Mühlen (1999) e Elias et al. (2001). Estes dois estudos têm em comum a análise de amostras coletadas em continente americano, em roças de agricultores tradicionais e de ameríndios. Quando comparado ao estudo de Mkumbira et al. (2003), que analisaram diversidade genética de variedades de mandioca cultivadas na África (Malawi), introduzidas pelos portugueses no século XVII (von Oppen, 1999) a diversidade pode ser considerada alta.

5.4.4. Análise da estrutura genética de indivíduos gerados por reprodução sexual.

A porcentagem de germinação foi baixa quando comparada aos resultados de Silva et al. (2003), com a obtenção de um pequeno número de indivíduos por mãe. Como as mães são geneticamente idênticas para os 9 locos analisados ($S=1,0$), foram agrupados indivíduos de mães geneticamente distintas. A heterozigosidade observada média foi de 0,483, variando de 0,413 (“roxinha”), a 0,566 (“aipim casela”). A heterozigosidade esperada média foi de 0,473, variando de 0,438 (“roxinha”), a 0,499 (“aipim casela”). (Tabela 5.7).

Tabela 5.7. Estimativas de parâmetros genéticos de diversidade em 2 roças (populações) e 4 variedades (sub-populações) de mandioca. N: número de indivíduos analisados; L: número de locos de microssatélites; P: proporção de locos polimórficos; n_A : número médio de alelos por loco polimórfico; H_o : heterozigosidade observada; H_e : heterozigosidade esperada sob equilíbrio de Hardy-Weinberg; \hat{f} : índice de fixação.

Pop.	N	L	P(0,99)	n_A	H_o	H_e	\hat{f}
1(1) - Aipim casela	43	9	1,00	3,00	0,566	0,499	-0,136
1(2) - Aipim preto	6	9	1,00	2,30	0,519	0,485	-0,077
2(1) - Mandioca negra	13	9	1,00	3,00	0,436	0,468	0,072
2(2) - Roxinha	14	9	0,89	2,25	0,413	0,438	0,060
Média	19	9	0,97	2,64	0,483	0,473	-0,024

Na Tabela 5.7, estão representados o índice de fixação dentro das sub-populações ($\hat{f} = \hat{F}_{IS}$) estimado em cada sub-população, através das heterozigosidades observadas e esperadas. O valor médio foi de $\hat{f} = -0,024$, com variação de $-0,136$ a $0,072$. Pela análise de variância obteve-se $\hat{f} = -0,064$ (IC 95% $-0,172$ a $0,04894$). Através do Teste Exato de Fisher, apenas 3 locos em duas sub-populações não se encontram em equilíbrio de Hardy-Weinberg (Tabela 5.8), que leva a concluir que os cruzamentos, nestas sub-populações, são em sua maioria ao acaso. Auxiliado pelos resultados dos testes exatos de Fisher, conclui-se que as variedades são preferencialmente alógamas, confirmando os resultados de Silva et al. (2003) que analisou sistema reprodutivo de variedades de mandioca em uma roça experimental.

Entre as variedades estudadas apenas 2 alelos foram exclusivos a alguma das sub-populações. O alelo 212 do loco GA126, com frequência de 0,5 presente apenas na sub-população “mandioca-negra”, e o alelo 118 do loco SSRY089, com frequência de 0,034 presente na sub-população “aipim casela”.

Tabela 5.8. Probabilidade do Teste Exato de Fisher para aderência ao desequilíbrio de Hardy-Weinberg.

Loco	A. Casela	A. Preto	M. Negra	Roxinha
Ga021	0,229	0,432	0,590	1,000
Ga126	1,000	0,272	0,179	0,087
Ga131	0,071	0,652	0,164	1,000
Ga134	0,125	1,000	1,000	1,000
Ga136	0,000*	0,733	0,117	0,250
GA140	0,816	1,000	0,000*	0,585
SSRY013	0,006*	1,000	0,533	1,000
SSRY089	0,108	1,000	1,000	1,000
SSRY164	0,416	0,374	0,310	1,000

* Significativo a $p < 0,05$.

As estimativas da estrutura genética das populações e sub-populações estão representadas na Tabela 5.9; o índice de fixação da espécie (\hat{F}_{IS}), estimado pelos 9 locos de microssatélites, não diferiu de zero. Como esta medida reflete a endogamia localizada devido ao sistema reprodutivo, sugere-se que a espécie é panmítica. O valor de F_{ST} entre subpopulações [$F_{ST(s)}=0,176$] foi significativamente diferente de zero, e variou de 0,021 no loco SSRY089 a 0,422 no loco GA126. Estes valores expressam uma diferenciação moderada entre as sub-populações (variedades) analisadas (Wright, 1978). Esta diferenciação entre indivíduos originados de germinação de sementes é de magnitude 3 vezes superior à encontrada por Elias et al. (2001), entre grupos de plântulas de mandioca coletadas sem estrutura de famílias.

Tabela 5.9. Estimativa das estatística F de Wright intra e inter populacional de indivíduos originados por reprodução sexuada. F_{IS} índice de fixação intra-populacional; F_{IT} índice de fixação relativo a população total; $F_{ST(p)}$: índice de diferenciação genética entre populações; $F_{ST(s)}$: índice de diferenciação entre sub-populações.

	F_{IS}	F_{IT}	$F_{ST(p)}$	$F_{ST(s)}$
Estimativa	-0,064	0,123	-0,067	0,176
Limite superior (IC 95%)	0,042	0,269	-0,112	0,241
Limite inferior (IC 95%)	-0,173	-0,030	-0,027	0,110

O valor do índice de diferenciação genética entre populações [$F_{ST(p)} = -0,067$] foi significativamente diferente de zero, mas mostra uma diferenciação muito baixa entre as populações estudadas (Wright, 1978). O valor obtido está muito próximo do valor de diferenciação genética R_{ST} calculado entre roças, quando considerado os indivíduos de cada variedade como uma população [$R_{ST} = 0,057$ ($p < 0,001$)].

Comparando as estimativas de diversidade genética entre os grupos de indivíduos de variedades diferentes e de grupos de progênies, observamos os efeitos do gargalo devido aos cruzamentos entre um número pequeno de variedades dentro das roças. O número total de alelos, assim como a heterozigosidade observada e esperada foram menores no grupo das progênies que no grupo das variedades (Tabela 5.10). Para estes parâmetros houve redução de diversidade. Apesar disso, foi detectado um alelo exclusivo no grupo das progênies (Tabela 5.11). Apesar de ter sido coletada uma amostra de cada variedade de cada roça, é possível que alguma tenha escapado do amostragem. Entretanto, não se pode descartar a possibilidade deste alelo ter se originado por mutação, como evidenciado também por Elias et al. (2001). Pela esforço amostral dispendido na coleta, é maior a chance de ter ocorrido mutação.

Tabela 5.10. Estimativa do número total de alelos por população (A), número médio de alelos por loco polimórfico (n_A), heterozigosidade observada (H_o) e heterozigosidade esperada (H_e) (diversidade gênica), entre os grupos de indivíduos de oriundo de propagação vegetativa (variedades), e indivíduos oriundos de reprodução sexuada.

	N	A	n_A	H_o	H_e
Variedades	136	41	4,56	0,675	0,652
Progênes	80*	29	3,22	0,521	0,556
Média	108	35	3,89	0,598	0,604

* Incluindo 4 indivíduos germinados da variedade “cacau-rosa” da roça GON.

Tabela 5.11. Alelos exclusivos dos grupos de indivíduos analisados e suas freqüências.

Loco	Alelo	Freq.	Grupo*
Ga021	110	0,125	VAR.
Ga126	219	0,059	VAR.
Ga126	190	0,029	VAR.
Ga126	188	0,088	VAR.
Ga131	112	0,015	VAR.
<u>GA140</u>	<u>158</u>	<u>0,069</u>	<u>PROG.</u>
GA140	166	0,055	VAR.
GA140	162	0,070	VAR.
GA140	144	0,147	VAR.
SSRY013	212	0,015	VAR.
SSRY164	140	0,015	VAR.
SSRY164	138	0,004	VAR.
SSRY164	172	0,077	VAR.
SSRY164	168	0,055	VAR.

* VAR: Variedades; PROG: Progênes.

Os dados dos indivíduos gerados por cruzamentos naturais reforçam os resultados obtidos com as populações das roças, e mostram que a constituição genética dos indivíduos gerados por cruzamentos favorecem a amplificação da diversidade genética, uma vez que as variedades são propagadas vegetativamente como clones. Os resultados encontrados estão de acordo com o modelo de dinâmica evolutiva da mandioca, elaborado por Cury (1993), Martins (1994) e Sambatti et al. (2001), uma vez que a presença de variedades

diferentes numa mesma roça ocasionam cruzamentos efetivos. Os dados confirmam os resultados obtidos experimentalmente por Silva (2003), que estudou o sistema reprodutivo de etnovarietades em condições artificiais em uma roça experimental. Os resultados obtidos são altamente relevantes, uma vez que demonstram que, sob as condições de cultivo caixara, os cruzamentos naturais, em nível de roça, são efetivos em gerar combinações gênicas não endogâmicas, e até mesmo de gerar diversidade via mutação. Cabe lembrar que dentro de uma roça a maior parte dos indivíduos são clones, e cruzamentos entre indivíduos aparentados gera depressão por endogamia na espécie (Kawano, et al. 1978).

5.4.5. Comparação entre variedades do Vale do Ribeira (Mata Atlântica - SP) e do Rio Negro (Amazônia - AM).

A análise de agrupamento de todos os indivíduos de mandioca coletados no Vale do Ribeira (SP) e Rio Negro (AM) gerou um dendrograma com 130 genótipos, incluindo comparativamente as variedades comerciais IAC-12, IAC-13, IAC-14, e Mantiqueira. O coeficiente de correlação cofenético gerado de 0,722 reflete uma boa representação das similaridades originais entre amostras (Figura 5.4). Do Rio Negro, 31 genótipos, de 32 indivíduos analisados, mostraram diferenças genotípicas com similaridade média de 0,45 (Quadro 5.3). Apenas 2 indivíduos, RNX-161 (“Macaxera-preta”) e RNM-162 (“Ribeiro-Junior”), da amostra do Rio Negro, são clones. Estes indivíduos foram coletados em uma mesma roça na comunidade de Terra Preta, nas proximidades de Manaus. A nomenclatura diferente deve-se provavelmente à confusão do agricultor na diferenciação de variedades. As outras variedades são amostras de locais com mais de 50 km entre comunidades (Apêndice 5).

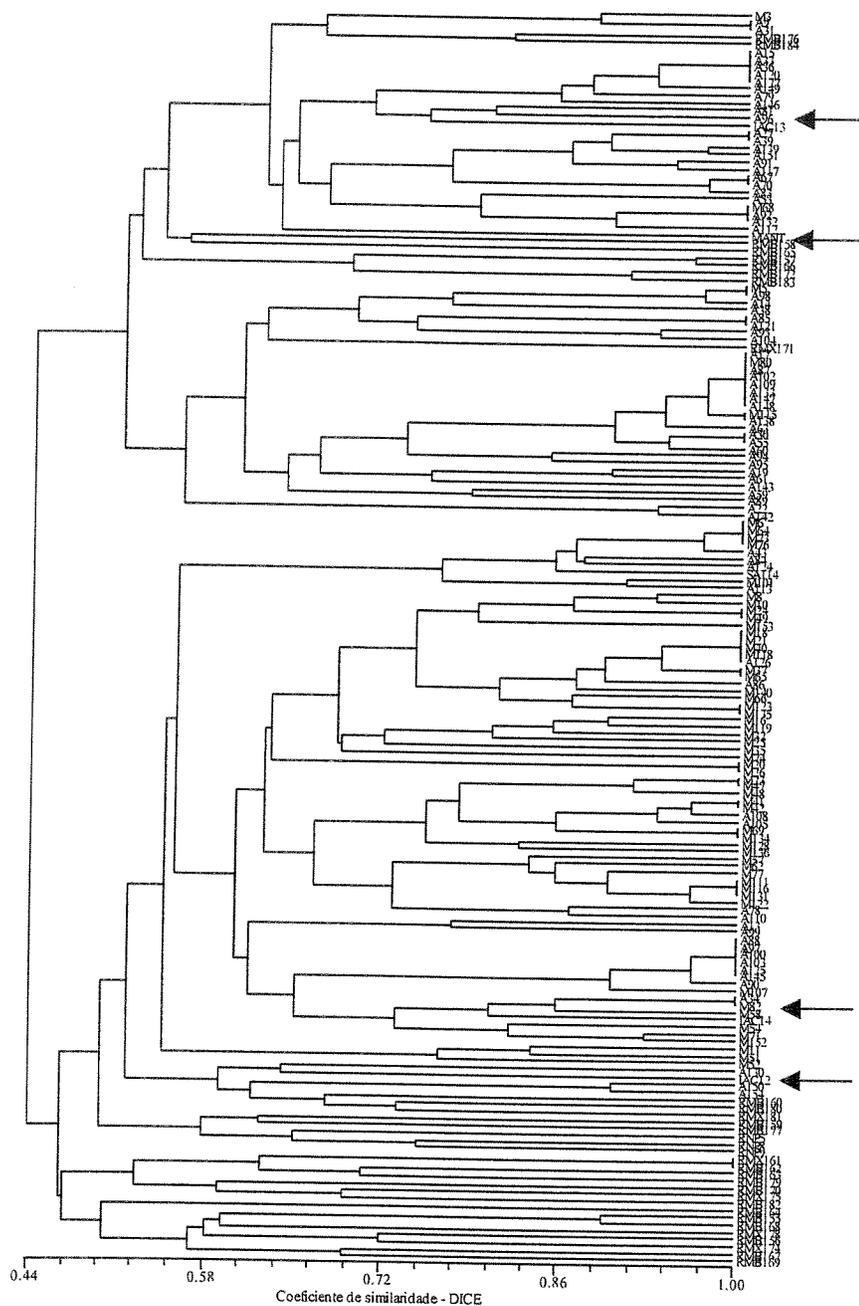


Figura 5.4. Dendrograma com 171 indivíduos de variedades de mandioca do Vale do Ribeira e do Rio Negro (AM). Coeficiente de similaridade de DICE. A numeração identifica cada indivíduo. A: “aipim”; M: “mandioca-brava”; RMB: Rio Negro, “mandioca-brava”; RMX: Rio Negro “macaxera” (“aipim”); RNP: Rio Negro progênie; IAC: Instituto Agrônomo de Campinas; e MANT: Variedade comercial Mantiqueira. As setas indicam as variedades citadas no texto.

A inclusão das variedades do Rio Negro, assim como das variedades comerciais, não alterou drasticamente a configuração do agrupamento obtido sem estas amostras (Figura 5.4). As variedades comerciais se juntaram em grupos diferentes. As variedades IAC-12 e IAC-14 se agruparam com o conjunto de variedades de “mandioca-brava”, enquanto que as variedades “Mantiqueira” e IAC-13 se agruparam com as variedades de “aipins” (Figura 5.4).

As variedades da região do Rio Negro tendem a se agrupar ao conjunto de variedades de “mandioca-brava” da região do Vale do Ribeira (Figura 5.4), porém estão em posição intermediária aos grupos dos “aipins” e “mandiocas-bravas”. Um conjunto de 6 variedades agrupadas com as variedades de “aipins” apresentam as menores similaridades neste grupo. Num nível de aglomeração de 50% de similaridade ($S_{\text{cof}}=0,50$)²⁸, todos os indivíduos do grupo dos “aipins” (46 dos 95 genótipos) do Vale do Ribeira se encontram dentro deste nível. Do grupo do Rio Negro, apenas 12 dos 32 indivíduos analisados se apresentam dentro deste nível.

Apesar da posição intermediária das variedades de “mandioca-brava”, obtida pelas similaridades de Dice, os grupos de variedades agrupam-se em função de sua origem quando consideradas as distâncias genéticas de Nei (1978) (Figura 5.5). Houve forte consistência na formação dos grupos do Rio Negro (99,5%) e consistência mediana entre os grupos do Vale do Ribeira (66,0%), havendo, portanto, forte influência da origem das variedades em seus agrupamentos atuais (Figura 5.5).

Apesar do número de amostras do Rio Negro ser de apenas 23% do tamanho da amostra do Vale do Ribeira, a similaridade média entre as variedades dentro da região do Rio Negro ($S=0,45$)²⁹ é menor que a similaridade média dentro da região do Vale do Ribeira ($S=0,53$), indicando maior divergência, e maior diversidade, entre as variedades amazônicas em comparação às da Mata Atlântica (Quadro 5.3). Entre os grupos de variedades, a similaridade ($S=0,44$) foi ligeiramente menor que a similaridade dentro do grupo do Rio Negro. Considerando a média total, apenas 10% da similaridade está entre os grupos [$1-(0,44/0,49)$].

²⁸ A notação usada como “ S_{coef} ” foi usada para refletir a similaridade cofenética e não a similaridade real.

²⁹ Para os cálculos entre grupos foram excluídos os indivíduos geneticamente idênticos (clones).

	Vale do Ribeira	Rio Negro
Vale do Ribeira	0,53	
Rio Negro	0,44	0,45
Total		0,49

Quadro 5.3. Similaridades médias dentro e entre regiões obtidas pelos índices de similaridades de Dice, excluindo os clones das análises, para 136 indivíduos coletados no Vale do Ribeira/SP e 32 indivíduos coletados no baixo e médio Rio Negro/AM.

A maior similaridade genética entre variedades do Vale do Ribeira (SP) em relação às variedades do Rio Negro (AM) foi encontrada também por Mühlen (1999). Esta autora analisou 9 variedades do Vale do Ribeira (SP) e 23 amostras do Rio Negro (AM). Apesar do mesmo padrão encontrado por Mühlen (1999) quanto à similaridade, esta difere em grandeza, uma vez que a autora encontrou similaridade de 0,62 dentro do grupo do Rio Negro e 0,71 dentro do grupo do vale do Ribeira. Entre os grupos, Mühlen (1999) encontrou similaridade média de 0,51. O maior detalhamento amostral do presente estudo deve explicar as menores similaridades, e conseqüentemente a maior diversidade, entre as variedades de ambos os locais. Dos 9 locos analisados, 6 locos de microssatélites são comuns ao estudo de Mühlen (1999), porém a autora encontrou um total de 31 alelos, 10 a menos que no presente estudo. Cabe reforçar que os padrões de diversidade mostram ser sensíveis ao espaço amostral. Tanto dentro das regiões estudadas como entre elas.

É esperada maior diversidade genética na região amazônica uma vez que a região amostrada no Rio Negro está inserida no contexto espacial e cultural de origem e domesticação da espécie cultivada (Olsen e Shall, 1999). As amostras analisadas da Mata Atlântica representam uma “amostra histórica” da diversidade amazônica. Há indícios que técnicas agrícolas mais desenvolvidas tenham influenciado o cultivo de mandioca na Mata Atlântica há pelo menos 2500 anos (a.p.) (Simões, 1971; Guapindaia 2001 *apud* Neves 2003). Apesar de que seja muito provável que a mandioca tenha ter sido introduzida na região sudeste da Mata Atlântica antes de 2500 (a.p.), neste período deve ter ocorrido um fluxo intenso de novas variedades. Mesmo assim, a região de origem sempre representará a maior diversidade genética da espécie cultivada (Harlan, 1992).

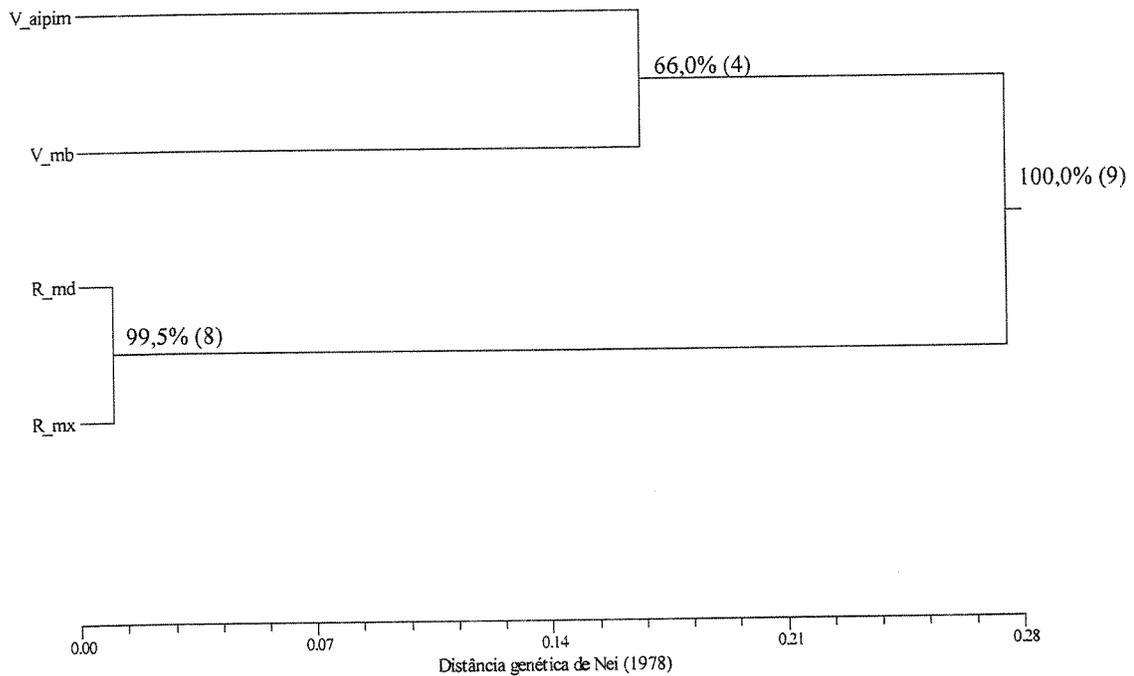


Figura 5.5. Padrão de divergência genética entre 4 grupos de variedades de mandioca, agrupadas pelo método de UPGMA, com base nas distâncias genéticas de Nei (1978). Correlação cofenética = 0,943. Legenda: “V_aipim”: variedades “aipim” do Vale do Ribeira; “V_mb”: variedades “mandioca-brava” do Vale do Ribeira; “R_md”: variedades “mandioca-brava” do Rio Negro; e “R_mx”: variedades “macaxera”(“aipim” do Rio Negro. Os valores entre parênteses representam o número de locos que sustentam cada estimativa.

5.5. Discussão

A estruturação genética entre roças revelou que a estruturação espacial da diversidade é praticamente nula (Tabela 5.8, quadro 5.2). Duas causas podem explicar a pequena estruturação genética encontrada. Uma está relacionada ao fluxo de variedades entre os agricultores devido às trocas, e outra devido à origem das variedades no local. A julgar pelos depoimentos dos agricultores, a origem das variedades é principalmente local, sendo 10% delas de origem externa à região estudada. A origem local é confirmada pelas trocas no contexto da região, sendo estas trocas comuns, apesar de não configurar-se como

uma “rede”. Foi observado também que 30% (n=41) dos indivíduos coletados são clones, distribuídos entre diversos agricultores. Estes fatores em conjunto resultam numa distribuição ampla, e conseqüentemente na homogeneização da diversidade entre unidades familiares (Figura 5.6).

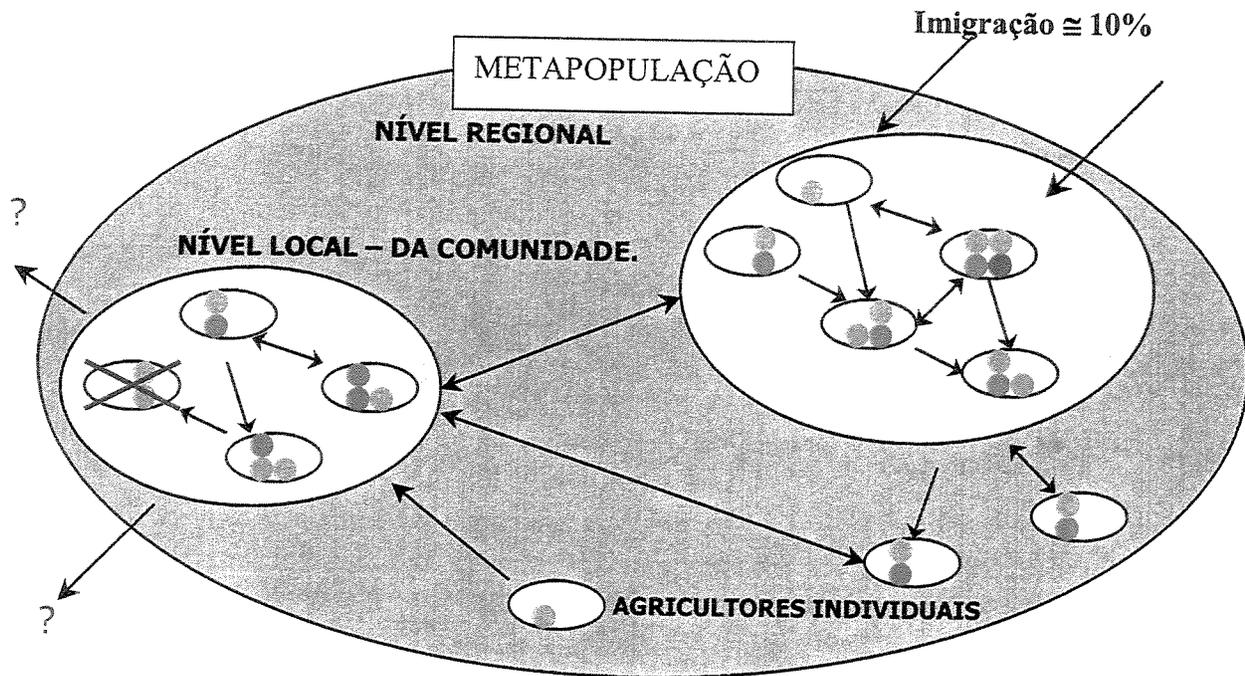


Figura 5.6. Modelo explicativo para as trocas entre agricultores e sua analogia ao modelo de metapopulações. As bolas coloridas representam as variedades cultivadas dentro das roças de cada agricultor, e as setas a conexão, ou trocas, que possibilitam o fluxo de variedades entre roças, unidades familiares, comunidades, ou regiões.

Pelo modelo de metapopulações, que considera uma população composta por sub-populações (Wright, 1931; Levins 1969), extinções locais de sub-populações são compensadas por (re)colonizações das áreas antes ocupadas. Desta forma as sub-populações estão integradas por fluxo gênico, e são dependentes de eventos de dispersão ao longo de ciclos de extinção e recolonização. Analogamente, as roças dos caiçaras refletem sub-populações de variedades, onde a atividade de troca age como fator de dispersão entre sub-unidades. O contexto regional reflete a diversidade total, maior que a diversidade intra-populacional. Perdas localizadas, no âmbito das unidades familiares, são compensadas pela

obtenção de variedades no âmbito regional. Os eventos de trocas neste caso são os fatores de conexão entre as sub-unidades (roças) (Figura 5.6) (ver também o capítulo 3).

A outra causa a ser considerada para a falta de estruturação espacial da diversidade, no caso da Mata Atlântica, está relacionada à origem histórica da mandioca na região estudada, ou seja, ao efeito fundador. A introdução de variedades na região parece ter sido decorrente de migrações Tupi-Guarani (Simões, 1971; Scatamacchia, 1995). Uma vez que a região estudada pode ser considerada ecologicamente homogênea entre os locais amostrados, que os usos não são divergentes, e que as populações estão integradas por fluxo gênico devido às trocas, não houve pressões seletivas suficientemente fortes para diferenciação genética entre locais (Tabela 5.6). No período da introdução de variedades, elas não teriam estrutura genética relacionada ao ambiente, uma vez que tiveram origem exótica, não havendo subsequente condições para diferenciação na escala estudada.

Os estudos com cultivo de variedades de mandioca entre populações ameríndias e tradicionais têm revelado que em diferentes locais há predomínio de um tipo de variedade sobre outro (Emperaire, 2001). Raros são os casos onde o cultivo de variedades de “aipins” predomina sobre o cultivo de variedades de “mandioca-brava”. Entre os caiçaras, há maior proporção de variedades e maior diversidade genética entre as variedades de “aipins” (Tabela 5.2). Este predomínio contrasta com as preferências e predileções históricas dos agricultores por variedades de “mandioca-brava”, principalmente em relação à fabricação de farinha. Wilson e Dufour (2002), estudando as preferências por variedades *kii* (“mandioca-brava”) e de *makaseras* (“aipins”), entre os índios Tukanos na Colômbia, encontraram vantagens produtivas das variedades de “mandioca-brava”. Apesar das vantagens produtivas das variedades *kii* sobre as *makaseras*, os autores destacaram que não há uma única resposta para explicar as preferências locais por um tipo ou por outro (Wilson e Dufour, 2002).

Pode-se inferir que, entre os caiçaras, a menor diversidade de variedades entre e dentro do grupo das “mandiocas-bravas” pode ser explicada por quatro hipóteses: 1) a menor diversificação de usos entre as “mandiocas-bravas”; 2) a homogeneidade ambiental entre os ambientes de cultivo; 3) a mudança no modo de produção agrícola; e 4) ao efeito

fundador, relacionado a origem da agricultura caiçara.

A 1ª hipótese é fundamentada pela caracterização morfológica, segundo a qual os estados do caráter “cor da polpa da raiz”, foram apenas 3 (branca, creme e amarela). Para a fabricação de farinha, que na região é predominantemente de coloração branca, nenhuma variedade de “mandioca-brava” apresenta polpa de raiz com coloração mais intensa que a cor “creme” (ver capítulo 3). Mesmo a designação “amarelo” aparece com mais frequência entre as variedades de “aipim”. (capítulo 3). Apesar da baixa correlação entre as distâncias genéticas e morfológicas, com a predileção por variedades de “mandiocas-bravas” para a fabricação de farinha branca, a seleção a favor de variedades de raiz “branca” é mais intensa, reduzindo com isso a variabilidade genética como um todo, dentro deste grupo. Além disso, outros produtos como a farinha d’água (farinha manema), o polvilho, e o beijú, são produzidos esporádica e isoladamente. Entre os “aipins” a diversificação de produtos é maior e não está fortemente relacionada a uma predileção tão estreita quanto a coloração de raiz. Emperaire (2001) demonstra que a diversificação de cores e subprodutos das farinhas entre populações caboclas da Amazônia tem uma correlação positiva com a diversificação de variedades. Como as variedades de “mandioca-brava” atualmente são preferidas entre os caiçaras apenas para a fabricação de farinha branca, é esperado que a pouca diferenciação dos produtos tenha uma relação direta com a menor diversificação das variedades deste grupo. Além disso, nos últimos anos, a farinha produzida localmente tem sido substituída pela farinha agroindustrial comercializada nos mercados urbanos (Hanazaki 2001).

Para analisar a segunda hipótese, cabe lembrar que, uma vez que é esperado uma correlação positiva entre heterogeneidade ambiental e diversidade, alguns fatores comuns entre os locais de cultivo e do manejo entre agricultores agem como homogeneizadores da diversidade. As variedades de “mandioca-brava” são as mais distribuídas entre os agricultores, principalmente pela rusticidade, e por suportarem solos de baixa fertilidade. As roças apresentam fertilidade baixa e homogênea entre locais (variando apenas em função do tempo de uso), sem grande diferenciação dos tipos de solos (capítulo 1). Estes fatores agem como um segundo fator seletivo contra a diversidade genética entre as “mandiocas-bravas”, já que as diferenças ambientais, como as diferenças de solos, entre locais são mínimas. O ambiente de roça exibe uma homogeneidade grande, mesmo quando

comparada entre grandes regiões, como as roças dos caiçaras e dos caboclos do Rio Negro (capítulo 1). Esta homogeneidade se reflete nas variedades predominantemente cultivadas neste ambiente. Os agricultores estão interessados em variedades adaptadas às condições locais, e estas são homogêneas na escala geográfica estudada, tanto em relação ao uso como em relação ao manejo das variedades de “mandioca-brava”.

De acordo com a 3^o hipótese, o reconhecimento e classificação entre os grupos marca um referencial de manejo e de estilo no modo de produção agrícola. O plantio de variedades bravas é quase exclusivo nos ambiente de roças, e é dependente de mão de obra e tecnologia para o processamento do produto principal em casas de farinha. O plantio de “aipins” não depende exclusivamente do ambiente de roça, sendo de processamento simplificado, e independente de mão de obra e tecnologia, uma vez que pode ser consumido assado ou cozido.

Os caiçaras têm enfrentado mudanças no modo de produção agrícola, tendo reduzido suas áreas de plantio ao longo do tempo. Com o impedimento do cultivo, associado ao pequeno valor comercial da farinha, e a outros fatores negativos para a continuidade dos cultivos (capítulo 2: Peroni e Hanazaki, 2002), está ocorrendo uma mudança no seu modo de produção agrícola. A abertura de novas roças tem dado lugar ao cultivo variedades próximo às habitações, ou mesmo em quintais (ver capítulos 1 e 2). Estas condições favorecem a escolha de variedades que tenham comportamento de plantas hortícolas, ou seja, de ciclo curto, que sejam pouco tóxicas e por isso não necessitam de tecnologia para processamento. Em Icapara, por exemplo, no extremo norte da região estudada, as variedades “bravas” têm sido substituídas por variedades de “aipins” (capítulo 3). Estas variedades, historicamente, foram cultivadas tanto nas roças como também nos quintais, e nos terrenos do interior das comunidades. Elas têm servido tanto para a farinha como para produtos de “mesa”, cozidos e assados. Com ambientes de cultivo restritos, aumentam as vantagens dos “aipins” sobre as “mandiocas-bravas”, restritas à produção de farinha. As vantagens adaptativas mais diversificadas dos “aipins” refletem-se então no novo modo de produzir, não mais dependente do ambiente de cultivo ligado à roça. Estas mudanças afetam negativamente variedades de “mandioca-brava”, ocasionando redução de sua diversidade.

A quarta hipótese, que pode explicar a menor diversidade de variedades de “mandioca-brava” em relação a variedades de “aipins”, está relacionada a fatores etno-históricos e arqueológicos, como a origem da mandioca e da agricultura entre os caiçaras, assim como migrações³⁰ passadas e recentes. Não é exagero afirmar que a maior diversidade genética de variedades de “aipins” entre os caiçaras, apesar da preferência por “mandiocas-bravas” para farinha, pode ser um indicativo de diferentes influências históricas de grupos humanos na região, como por exemplo da agricultura Guarani e Tupi.

Parte das variedades presentes hoje na região sudeste da Mata Atlântica é uma amostra de variedades cultivadas por agricultores pré-coloniais, uma vez que a origem das variedades cultivadas atualmente remonta há mais de três gerações (anterior à década de 1940). Além disso, cabe destacar que a mobilidade espacial entre os caiçaras é pequena, e que o isolamento geográfico da região do Vale do Ribeira só foi vencido por terra na segunda metade do século XX (Mussolini, 1980).

Apesar da variação entre os grupos de variedades ser de caráter contínuo, existe uma divisão entre os grupos quanto à diversidade genética, baseada na classificação local das variedades (Figura 5.4). Esta divisão exibe uma pequena, mas significativa, correlação positiva entre as distâncias genéticas e as morfológicas. Esta correlação corrobora com a eficiência da classificação e do reconhecimento das variedades em dois grupos, apesar de estes serem pouco diferenciados. A homogeneização das roças em termos de divergência genética atesta os efeitos das trocas, mas também da origem e constante fluxo de variedades no local.

Uma comparação mais global da diversidade genética, entre diferentes locais no Brasil, poderia fornecer subsídios mais concretos sobre a origem histórica das variedades entre os caiçaras. Entretanto, como destacado por Scatamacchia (1995), a região estudada exibe uma particularidade histórica muito especial, uma vez que delimita, sob o ponto de vista arqueológico, a fronteira pré-colonial entre as sub-tradições ceramistas Tupi e a Guarani. A presença de maior diversidade entre as variedades de “aipins” pode ter sido resultado de eventos históricos desta confluência, uma vez que agricultores Guarani tinham preferências por variedades de “aipins”, enquanto os agricultores Tupi por variedades de

³⁰ Termo utilizado para designar deslocamentos extensos motivado por razões religiosas, distinto do termo “mobilidade”, que designa o movimento de intercâmbio entre aldeias (Ladeira, 1992)

“mandioca-brava” (Brochado, 1977). A maior diversidade entre os “aipins” na região estudada pode ter sido influenciada por migrações mais antigas que as atuais, ainda praticadas por famílias Guarani do sub-grupo Mbyá. Estas influências podem ter sido mais intensas para o grupo dos “aipins”, por não necessitarem de tecnologia apurada para consumo, e por permitirem maior mobilidade espacial (Dias Junior, 1993). Diversos grupos indígenas pré-coloniais, em diferentes épocas e por diferentes razões, devem ter influenciado a origem de variedades no sudeste da Mata Atlântica, mas, baseando-se nas evidências etno-históricas e arqueológicas existentes, é provável que entre os Tupi-Guarani, tenham sido os Guarani³¹ os principais disseminadores destas variedades, em decorrência de seu modo de vida “nômade”, ou migratório, melhor documentado no período pós-descobrimento.

Balée (1992) elaborou um *Modelo de Regressão Agrícola*, segundo o qual, a dependência por plantas não domesticadas aumenta continuamente entre grupos em transição da agricultura (horticultura) para o forrageamento. Esta transição resultaria de forças sociopolíticas, associados também ao período da conquista da América, resultando na desestruturação sociopolítica das sociedades semi-sedentárias hortícolas para forrageadores nômades. Nesta transição, o cultivo de variedades doces (“aipins”) e amargas (“mandioca-brava”) é sucedido pelo abandono das últimas, juntamente com outras espécies. Ao se tornarem nômades, grupos Tupi e Guarani, deixam de usar variedades amargas e passam a utilizar apenas variedades doces, conjuntamente com outras espécies, como o milho. Isso se deve, segundo Balée (1992), ao baixo custo de processamento, baixo custo de transporte, e ao rápido período de maturação dos “aipins”. Apesar de nomadismo ser um termo reservado ao movimento de grupos humanos que se deslocam em busca de recursos, a definição de “nômade” usada por Balée (1992) refere-se a “*grupos que gastam 6 meses ou mais por ano longe de suas vilas nas quais irão retornar*” (Balée, 1994, pag. 210). Neste sentido, “nômades” constituem-se de mais uma distinção analítica, dentro da categoria “agrária”, a qual se aplica a chefiados e vilas semi-sedentárias e autônomas (Balée, 1994). Quanto a regressão no uso de espécies domesticadas, Balée (1992) destaca,

³¹ A designação Guarani foi precedida pelo termo “Carijó” adotado por cronistas europeus para denominar genericamente os índios Guarani do litoral brasileiro. Ver: “Staden, H. A verdadeira história dos selvagens, nus e ferozes devoradores de homens (1548-1555). Tradução de P. Sússekind. Rio de Janeiro, Editira Dantes, 1998. 190p.”.

ainda, que mandiocas doces (“aipins”) não demandam equipamentos e instalações especiais para detoxificação, como as atuais “casas de farinha”. Segundo hipótese de Dias Junior (1993), é provável que o plantio de mandioca doce (“aipim”) se deu desde o início da ocupação dos sítios arqueológicos litorâneos, (pelos grupos da Tradição Itaipu, no Rio de Janeiro). Este autor defende esta hipótese, uma vez que a análise dos vestígios arqueológicos destes sítios não demonstrou a presença de artefatos culturais relacionados ao processamento da “mandioca-brava”.

Segundo Balée (1994), há uma forte tendência de grupos nômades, como por ele definido, que cultivam mandioca, em cultivar apenas variedades doces. Um exemplo atual com estas características são os Guarani Mbyá que têm no milho e na mandioca doce (designada como “aipim” entre os Caiçaras) sua base alimentar (Schaden, 1974; Becker, 1991; Balée, 1994; Scatamacchia, 1995; Felipim, 1999). Este tipo de uso transiente do espaço parece remeter ao período de contato pós-descobrimento (Ladeira, 1992; Balée, 1994). No passado, e nos dias atuais, os deslocamentos de famílias Guarani do subgrupo Mbyá, que ocupam aldeias no baixo Vale do Ribeira, resultam de deslocamentos que podem chegar ao sul do Paraguai até a Bolívia. Apesar disto, hoje sua integração com as populações caiçaras é mínima, e as trocas são pouco efetivas (Felipim, 1999). Desta forma, as introduções e incrementos de diversidade no grupo de variedades de “aipins”, cultivadas atualmente pelos caiçaras, podem ter sido resultantes de deslocamentos históricos, relacionados principalmente às facilidades do uso e cultivo de variedades que demandassem pouca tecnologia. Além disso, as baixas temperaturas, associadas à uma maior amplitude de ambientes diferentes experimentados por migrações espacialmente extensas, podem ter resultado em introduções de variedades divergentes das originadas na região setentrional à Mata Atlântica do Estado de São Paulo. Até porque, se considerada a hipótese de Scatamacchia (1995), ao norte de Cananéia existia a predominância de grupos Tupi “mandioqueiros”, ou seja, cultivadores de “mandioca-brava”. Assim, as variedades vindas do sul poderiam ter sido predominantemente “aipins” trazidos por grupos com características migratórias, entre eles, os Guarani.

Assim, tendo os grupos pertencentes a família linguística Tupi-Guarani influenciado fortemente o cultivo da mandioca (variedades “bravas” e “aipins”) na região em questão, o conjunto original foi continuamente sendo incrementado pelas migrações de grupos

indígenas, distribuídos ao norte (mandioqueiros), e também ao sul de Cananéia (cultivadores migratórios de “aipins”). Emigrações subsequentes (modernas, pós-descobrimto) de variedades trazidas por populações não índias, tanto do norte como do sul de Cananéia, acrescentaram diversidade ao conjunto original. Com o tempo, as perdas de variedades de “mandiocas-bravas” foram ocasionadas pelas mudanças do modo de vida caiçara, ou mesmo dos grupos Tupi-Guarani, prevalecendo atualmente um conjunto maior, e mais diverso, de variedades de “aipins”. Integram-se desta forma, tanto eventos numa escala de tempo histórica, como numa escala de tempo mais recente, que remonta aos acontecimentos da segunda metade do século XX.

5.6 Conclusões

A diversidade genética manejada por populações caiçaras é de média a alta, comparada à diversidade genética manejada por outras populações humanas ameríndias e não ameríndias, como caboclos amazônicos.

O uso desta diversidade não está restrita a variedades de *Manihot esculenta*. Apesar de ser um evento raro, é possível encontrar híbridos interespecíficos de *Manihot esculenta* e *Manihot glaziovii* sendo cultivados nas roças ou em suas imediações. Este é um fator de amplificação de diversidade extremamente relevante.

Há uma tendência dos indivíduos classificados como “mandioca-brava”, pelos agricultores caboclos do médio Rio Negro, se agruparem com as variedades de “mandiocas-bravas”, cultivadas pelos caiçaras no Vale do Ribeira. Apesar do maior número de variedades amostradas entre os caiçaras, as variedades amostradas entre os caboclos da amazônia são mais diversas.

Há pouca divergência genética entre roças, resultantes do fluxo intenso de variedades entre unidades familiares. A maior parte da diversidade está concentrada dentro das roças, e uma pequena fração entre as roças.

A análise de amostras de indivíduos, reproduzidos via reprodução sexual natural, mostrou que a espécie tem comportamento reprodutivo predominantemente alógamo. Pela análise conclui-se que não ocorrem cruzamentos preferenciais e a espécie, para a amostra de variedades analisadas, apresenta cruzamentos efetivos não endogâmicos.

Há evidências que o grupo das variedades, classificadas pelos agricultores como “aipins”, diferem geneticamente do grupo classificado como “mandioca-brava”. Apesar da divergência genética ser pequena, há agrupamento distinto quanto aos locos estudados.

A riqueza do número de variedades, assim como a diversidade genética, são de magnitude maior entre as variedades do grupo de “aipins”. Quatro causas podem estar relacionadas a esta ocorrência: a) maior diversidade de usos entre os aipins; b) seleção a favor de um tipo, e cor específicos para a farinha produzida na região, reduzindo a diversidade genética do grupo de “mandiocas-bravas”; c) pouca heterogeneidade ambiental dos locais de cultivo (roças), e fluxo intenso de variedades de “mandiocas-bravas” entre locais; d) emigrações históricas de variedades de “aipins” associados à grupos migratórios que tem preferência por “aipins”, entre eles, os Guarani .

CAPÍTULO 6

MANEJO AGRÍCOLA ITINERANTE E DOMESTICAÇÃO DE PLANTAS NEOTROPICAIS: O PAPEL DAS CAPOEIRAS³²



Foto: Nivaldo Peroni

Germinação de sementes de mandioca após queimada em roça em pousio por 15 anos (em destaque à esquerda, e à direita da foto). Comunidade de Aracari, médio Rio Negro (AM).

³² O conteúdo deste capítulo foi integralmente publicado em “Peroni, N. 2002. Manejo Agrícola Itinerante e domesticação de plantas neotropicais: o papel das capoeiras. In *Atualidades em Etnobiologia e Etnoecologia*, ed. U. P. Albuquerque, A. G. C. Alves, e V. A. Silva, 97-108. Vol. 1. IV Simpósio Brasileiro de Etnobiologia e Etnoecologia. Recife (PE): Sociedade Brasileira de Etnobiologia e Etnoecologia (SBEE)”.

Introdução.

Modificações adaptativas em populações de espécies vegetais que acarretam aumento no grau de dependência em relação a ações humanas são definidas genericamente como domesticação (Harlan 1992). Este conceito permitiu congregiar esforços de geógrafos, antropólogos, geneticistas, agrônomos, etnobotânicos e outros profissionais na busca pela compreensão sobre como e por quê o homem começou a domesticar plantas, como iniciou agricultura, como alterou a estrutura genética de populações de espécies cultivadas, como a agricultura serviu como uma estratégia adaptativa para populações humanas, entre outras questões (Blumler e Byrne 1991). Entretanto, estes autores têm colocado que as interpretações genética e ecológica dos modelos de domesticação muitas vezes são contraditórias e a integração das abordagens biológicas (centradas nas espécies) com as abordagens antropológicas (centradas na adaptação humana) têm sido pouco exploradas.

É conveniente lembrar também que os modelos de domesticação de plantas têm considerado com detalhes as características de espécies de produção de grãos, e poucos estudos têm dado atenção para espécies tropicais de propagação vegetativa (Clement 1999a). Exemplos clássicos são os modelos de Harlan et al. (1973) com cereais, Iltis (1983) com milho, de Ladizinsky (1987) com lentilha, entre outros. Ainda são poucos os estudos que enfocam a dinâmica evolutiva de espécies tuberosas de propagação vegetativa. Além disso, os modelos de domesticação têm explorado de maneira generalizada as relações entre a atividade humana (técnicas de cultivo e manejo), com a ação humana (alterações adaptativas na espécie domesticada).

Interações homem-planta podem ser compreendidas ao longo do um contínuo de inter-relações, desde o estado selvagem até o estado domesticado de populações de uma espécie (Harris 1989, Clement 1999a, Harlan 1992). Dentro deste contínuo Harlan (1992) diferencia os eventos relacionados ao cultivo, que podem ser definidos como uma atividade humana, daqueles relacionados à domesticação, que refere-se a respostas genéticas (e ecológicas) das plantas a uma ação humana. Como destacou Clement (2001), na domesticação os humanos adicionam suas ações à ação da seleção natural, às vezes em concordância com esta, às vezes em dissonância.

Em ambientes tropicais, as atividades relacionadas ao manejo das paisagens florestais têm sido discutidas pela sua complementaridade com ações humanas relacionadas à domesticação de plantas (Clement 1999b). As relações de uso e manejo de florestas tropicais têm sido explicitadas levando em consideração as alterações históricas que populações humanas tem executado na paisagem (Balée 1994, Clement 1999b). Porém, são poucos os estudos que consideram o manejo como fator amplificador de diversidade (Balée 1994), ou que enfatizam o manejo influenciando a estruturação populacional, seja ela ecológica ou genética, de populações de espécies úteis, como por exemplo a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) (Martins 1994, Clement 2001).

O objetivo deste artigo é contribuir com este tema e discutir algumas evidências que apontam para uma relação pouco explorada, que é a presença de componentes específicos

da paisagem agrícola intimamente relacionados à domesticação de espécies tuberosas. Com isso, discutirei brevemente a inter-relação de três componentes e suas características, ou seja, 1) a complexidade do manejo agrícola das terras baixas americanas, principalmente o cultivo itinerante; 2) a formação de paisagens agrícolas decorrentes do pousio, isto é, as capoeiras de “roça”; e 3) a relações destas formas de manejo com a domesticação de plantas de propagação vegetativa (espécies tuberosas).

Sistema agrícola itinerante (*slash and burn agriculture*) - do abandono ao pousio?

Os sistemas brasileiros de agricultura itinerante apresentam as mesmas características básicas presentes em sistemas encontrados em toda a faixa tropical, ou seja, usa-se do corte e da queima para abertura da roça e incorporação de nutrientes, de um número elevado de espécies e variedades em consorciação, e do tão conhecido período de uso menor que o período considerado por muitos como fase de "abandono" (Fox et al. 2000). A despeito das considerações sobre prós e contras deste sistema (ver Fox et al. 2000 e Myers et al. 2000), Conklin (1957) já apontava que sistemas itinerantes podem se referir a diferentes sistemas de cultivo, com diferentes estratégias e graus de uso da terra e até mesmo diferentes padrões de “abandono”. Ao longo do tempo, outros autores foram mostrando que estes graus diferentes de uso da terra refletem estratégias diferentes do que até então era considerado "fase de abandono". Isto é, muitos agricultores, após o ciclo de cultivo (de 2 a 3 anos), deixam suas roças em pousio (de 4 a 25 anos) aproveitando-se então das espécies que ocupam estas áreas como recursos, manejando-as ao longo do tempo (Denevan et al. 1984; Brookfield e Padoch 1994). Como apontado por Brookfield e Padoch (1994) a fase de pousio é uma fase em regeneração que os agricultores usarão no futuro. Entretanto, cabe lembrar que a escala de tempo que este “futuro” remete pode ser muito variável. Balée (1994) mostrou como áreas manejadas no passado por populações humanas podem favorecer populações indígenas atuais não agrícolas na exploração de recursos. Alguns exemplos são surpreendentes, como os de áreas manejadas no passado que permitiram o estabelecimento de populações de espécies de palmeiras, mais adensadas, extensas, e exploradas atualmente por populações indígenas Kaapor (Balée 1994).

Entre diferentes grupos amazônicos são encontradas áreas em pousio com um padrão recorrente de espécies, onde a grande parte delas são de baixo a médio porte, em sua maioria arbóreas, das quais se utilizam principalmente os frutos (Etkin e Wilson 1994, Clement 1999a). Isto sugere que áreas de sucessão secundária são fonte importante de alimento de uso direto. Entretanto, o uso e manejo de capoeiras pode conter fatores pouco conspícuos, não diretamente relacionados ao uso de espécies como tem sido observado, ou mesmo conter espécies que não são detectadas nos inventários florestais. Isso se deve em parte a uma questão metodológica, pois se tem privilegiado padronização de DAP (Diâmetro a Altura do Peito) acima de 10cm para espécies arbóreas. Além disso, geralmente o enfoque é dado apenas a espécies que são usadas de imediato (Cunningham 2000, Etkin & Wilson 1994). Um destes elementos pouco conspícuos nas áreas em pousio é nada menos do que a principal espécie usada nos períodos de cultivo.

Os estudos com mandioca, a principal espécie domesticada por ameríndios, mostram que agricultores caiçaras na região sudeste da Mata Atlântica, bem como caboclos amazônicos da região do médio Rio Negro, têm relatado a germinação de sementes de mandioca nas roças em cultivo, nas imediações de antigos cultivos e, principalmente, nas

áreas abertas que estavam anteriormente em pousio. Este fato é de grande relevância, pois a mandioca é uma espécie cultivada e propagada vegetativamente, e aparentemente com pouca capacidade de sobreviver por longos períodos em competição com as espécies que colonizam áreas em pousio. Na literatura observamos um número crescente de estudos relatando o evento da germinação de sementes de mandioca como algo observado e até certo ponto manipulado pelos agricultores. Martins (1996) já chamava a atenção para a importância da germinação de sementes de mandioca em observações de campo tanto em roças de agricultores caboclos como caiçaras, mostrando que o manejo está relacionado diretamente aos componentes de história vital da espécie. Esta relação entre manejo humano e história vital da espécie é responsável pela amplificação da variabilidade genética de mandioca (Martins 1994). Amorozo (2000) relata que agricultores tradicionais de Santo Antônio do Laeberger (MT), na região central do Brasil, observam a germinação, sendo que os agricultores mais experientes podem incorporar estes indivíduos nas novas roças conscientemente. Sambatti et al. (2001) observaram indivíduos germinados incorporados no conjunto original de variedades em roças de agricultores caiçaras na região norte do Estado de São Paulo e Salick et al. (1997) observaram germinação de sementes em roças de agricultores Amuesha, no Peru. Elias et al. (2000) observaram incorporação de plântulas de mandioca no conjunto original de variedades em roças dos Makushi na Guiana Francesa, chamando a atenção para um fato muito pouco estudado sob o ponto de vista evolutivo. Martins (2001) relatou, ao longo de 3 anos de observações sistemáticas em roças de caiçaras e caboclos, a incorporação de 32 indivíduos germinados em roças itinerantes. Todas estas observações nos levam a explicitar um outro aspecto das capoeiras de roça, diferentes daqueles observados por Gomez-Pompa (1971), Denevan et al. (1984), Balée (1992), e Brookfield e Padoch (1994), que são as relações de uso e pousio de áreas de cultivo com os eventos de germinação de sementes de uma espécie de propagação vegetativa. Isso reforça a relação entre a dinâmica histórica da paisagem com a dinâmica da espécie cultivada.

As correspondência das formas de manejo itinerante – os locais de estudo.

Neste estudo estão incluídas duas áreas que ainda mantêm o uso de agricultura itinerante como sistema agrícola. Na primeira área, a região Sul do Estado de São Paulo nas proximidades das cidades de Cananéia e Iguape, estão agricultores caiçaras que usam áreas de Floresta Atlântica. A Floresta Atlântica é definida por diferentes formações vegetais, onde predominam pluviosidade e temperaturas anuais elevadas (2500mm/ano, 28° C). Os agricultores estudados nessa região vivem em áreas de vegetação de Restinga, próximas à linha de costa, e em áreas de Floresta Ombrófila Densa antropizada, predominantemente num mosaico de áreas em sucessão secundária (IBGE 1992). Os solos são arenosos, de baixa fertilidade, com manchas de areias quartzosas, e latossolos vermelho-amarelos, pouco influenciados pelos sedimentos trazidos pelo Rio Ribeira de Iguape, bacia à qual pertencem. O termo caiçara é usado para definir as populações descendentes da miscigenação de populações européias, indígenas e africanas presentes na região do litoral sudeste desde o período colonial (Mussolini 1980). Cabe ressaltar que Cananéia foi a segunda cidade estabelecida pelos portugueses no Brasil e que as áreas estudadas são reflexo do histórico da ocupação humana nesta região. Os caiçaras utilizam um número elevado e diversificado de recursos, sejam eles vegetais ou ligados a pesca (Hanazaki et al.

2000) e caracterizam-se historicamente pelo uso de sistemas agrícolas itinerantes. (Schmidt 1958, Adams 2000). Nesta área as observações de campo foram iniciadas em 1995 (Peroni e Martins 2000, Peroni 1998). Este estudo reflete o acompanhamento das atividades agrícolas de 46 unidades familiares, num total de 120 roças visitadas entre 1995 até 2001 (Tabela 1).

Na segunda área incluída neste estudo estão presentes populações caboclas amazônicas, residentes ao longo da margem direita do Rio Negro, entre as cidades de Barcelos e Manaus. Os locais de estudo são caracterizados pelas Florestas de Terra Firme (Hueck 1972), localizadas na bacia do Rio Negro, considerado genericamente como um “rio de água preta” (Moran 1990). Esta caracterização diz respeito a rios que se originam em regiões do escudo cristalino, com baixo teor de sedimentos. Os solos arenosos, em geral podzólicos e areias quartzosas, estão sob influência de precipitações elevadas (3500mm/ano). Populações caboclas são descendentes da miscigenação de populações européias, indígenas e africanas (Wagley 1974). Os caboclos também se especializaram no uso de recursos vegetais e na pesca (Begossi et al. 2001), assim como no uso de diferentes técnicas de cultivo, em especial a agricultura itinerante. Nesta segunda área foram estudadas 33 unidades familiares de agricultores em 8 comunidades ribeirinhas (Tabela 1).

A correspondência entre a “paisagem roça” e a domesticação de plantas.

As roças caiçaras têm sido cultivadas em ciclos mais intensos que as roças caboclas, possuindo em média um tamanho menor (Tabela 1). Nos dois locais de estudo, os sistemas são análogos em seus aspectos gerais, havendo ajustes particulares que cada população desenvolveu ao longo do tempo. Há predominância de espécies de propagação vegetativa, de um elevado número de espécies e variedades, preponderando o plantio de mandioca (*Manihot esculenta*). Em ambos os locais podemos observar, pela constituição das espécies, as influências dos diferentes povos que deram origem ao caiçara e ao caboclo. Com habilidade agrícola apurada, as espécies e variedades são integradas sob um mesmo sistema, onde podemos observar *Dioscoreas*, incluindo tanto a *D. trifida* (de origem americana), como *D. alata* (de origem africana), assim como *Xanthosomas* e *Colocasias*, gêneros de Araceas americanas e africanas, respectivamente, entre outras espécies.

Tanto o caboclo amazônico como o caiçara paulista observam e descrevem com muita exatidão a germinação de sementes de mandioca. Dos 85 agricultores entrevistados 70% relataram que conhecem o processo de germinação, e sabem diferenciar um indivíduo germinado de um reproduzido por propagação vegetativa. Os indivíduos germinados estão fora do padrão espacial estabelecido na roça, possuem apenas uma raiz pivotante (pião), e germinam antes dos indivíduos plantados através de manivas (propagados vegetativamente pelos agricultores).

Assim como observado por Peroni e Martins (2000), tanto nas roças de caiçaras como de caboclos foi observada germinação de sementes num período mais específico do que relatado pelos trabalhos citados anteriormente (Martins 1994, Amorozo 2000, Elias 2001, Sambatti 2001). Os agricultores descrevem o evento de germinação relacionado ao evento de queima da vegetação enleirada em áreas em pousio. De todos os agricultores entrevistados, 60% deles relatam que a germinação ocorre após a fase de queima. Em uma única roça de 400m² de área, na comunidade de Aracari, médio Rio Negro, foram contabilizadas 40 plântulas de mandioca. Esta roça havia sido queimada há 15 dias, ainda

não havia sido cultivada, e estava em pousio há 15 anos. Como observado por Martins (2001), fatores como o tempo de pousio, a não sobreposição da fase de plantio com a fase de florescimento e frutificação em roças em cultivo, e o distanciamento das roças em plantio com as recém abertas, sugerem que os indivíduos germinados são originados do banco de sementes. Todos os agricultores entrevistados relataram que não retiram as plântulas germinadas de sementes nas fases de plantio e de tratamentos culturais, deixando-as crescer e posteriormente incorporando-as ao conjunto original de cultivares. Em concordância com Martins (2001), foram relatados a germinação de sementes de mandioca em roças de 4 até 25 anos mantidas como capoeiras em pousio (Tabela 1).

Tabela 1. Características de manejo de dois sistemas de cultivo itinerante³¹.

Local	Área (ha) ^a	Roças (anos uso) ^a	Intensidade de uso ^{a,b}	Idades de capoeiras onde ocorreu germinação de sementes	Número total de variedades de mandioca ^c
Médio Rio Negro	1,00	1-2	1-2	10, 15, 18, 20, 25	88
Sudeste da Mata Atlântica	0,06	2-3	2-3	4, 5, 7, 10, 15, 20.	52

^a Médias de uma amostra de 33 famílias de 8 comunidades de Caboclos da margem direita do rio Negro, e de 33 famílias de 17 comunidades caiçaras.

^b Baseados nas taxas de regeneração de áreas em pousio e frequência de cultivo (Boserup 1965). [1] (20-25 anos de ciclo), [2] (6-10 anos de ciclo), [3] (1-2 anos de ciclo), [4] cultivo anual, e [5] cultivo múltiplo (sem a fase de pousio).

^c Número de variedades numa amostra de 33 famílias de 8 comunidades de Caboclos da margem direita do rio Negro, e de 33 famílias de 17 comunidades caiçaras

Como destacado por Clement (1999b) “a combinação de agricultura de corte e queima, e heterogeneidade micro-ambiental na Amazônia permitiu processos rápidos de domesticação devido ao tamanho pequeno de populações manejadas (deriva genética), endogamia, seleção e gerações de ciclo curto”, eventos estes que permitem entender em diferentes escalas as relações de manejo de paisagens e domesticação de plantas.

Um dos principais componentes de história vital alterados pelo homem ao longo do processo de domesticação foi a dormência de sementes (Harlan 1992), no caso de plantas propagadas por sementes. Dentro dos componentes conhecidos como “síndrome de domesticação” (Harlan 1992) a dormência é um fator fundamental para garantir germinação rápida no processo de cultivo. Muitos modelos elaborados para o estudo de espécies de cereais têm mostrado como este fator foi importante para o sucesso das estratégias agrícolas em regiões semi-áridas (Blumler e Byrne 1991). O homem, ao longo do tempo, selecionou populações de espécies para eliminação de dormência à medida em que necessitava de sementes que pudessem germinar na fase de plantio, fase esta coincidente com os períodos ótimos de temperatura e umidade (Blumler e Byrne 1991).. Cabe lembrar quão diversas são as características fenotípicas ou genotípicas modificadas pelo homem. Porém, os modelos de domesticação de plantas têm dado grande atenção para as modificações em basicamente dois caracteres: perda de deiscência e perda de dormência (Blumler e Byrne 1991). A

³¹ Tabela modificada a partir de Begossi, A., Hanazaki, N., Peroni, N. 2001. Knowledge and use of biodiversity in Brazilian hot spots. *Environment, Development and Sustainability*, 2(3-4): 177-193.

despeito da simplificação da dicotomia estabelecida entre o que se denomina agricultura "de semente" (predominante em ambientes subtropicais e temperados) e vegeticultura (predominante em ambientes tropicais e neotropicais), as características deiscência e dormência parecem ser contrastantes em ambas. Por um lado, o homem não alterou significativamente o sistema reprodutivo de espécies como mandioca e batata doce (*Ipomoea batatas*), por outro lado, a dormência de sementes não foi significativamente alterada nestas espécies pois a sua propagação é vegetativa.

Não cabe discutir a validade de explicações em torno dos processos de domesticação apenas nos termos da dicotomia entre cultivo de cereais e cultivo de espécies de propagação vegetativa, haja vista a integração de espécies nestes sistemas. Entretanto, cabe ressaltar os processos evolutivos envolvidos nas espécies de propagação vegetativa, especificamente o que Martins (2001) chamou de processo de "disjunção agrônômica", ou seja, o que se consome não é o que se usa para se reproduzir a espécie. Isso acontece por exemplo com mandioca (*Manihot esculenta*), cará (*Dioscoreas*), com as taiobas (*Xanthosomas*), inhames (*Colocasias*), e araruta (*Maranta arundinaceae*). Essas espécies têm em comum uma variabilidade considerável para ciclos de crescimento e reprodução, dependência de fotoperíodo, alto teor de amido (alto teor calórico), órgãos de reserva, e alta toxicidade (Sievert 2000), e não perderam a capacidade de reprodução sexuada (Kerr 1987, Peroni e Martins 2000). Ao longo do processo de domesticação, a dependência da espécie domesticada aumenta em relação ao homem para que sobrevivência e reprodução possam ocorrer. Para as espécies de cereais, o homem é o dispersor obrigatório, tendo sempre que separar uma parte do que produziu para a formação de campos de cultivo subseqüentes. No caso de espécies de propagação vegetativa, o homem não consome, e tampouco seleciona caracteres relacionados ao sistema reprodutivo (sementes). Porém, apesar do homem não alterar significativamente o sistema reprodutivo destas espécies, ele tem produzido ambientes para que estas espécies possam reproduzir sem interferência antrópica direta na dispersão. É neste ponto que as capoeiras, enquanto paisagens humanas, se relacionam de maneira muito implícita ao fator dormência, e ao fator reprodução sexuada.

Neste sentido as capoeiras de roça tem um significado diferente do que se tem discutido, pois a relação com o homem não é diretamente associada à presença de espécies, mas sim à manutenção de bancos de sementes de uma espécie domesticada. Como mostrado por Martins (2001), ao reabrir novas áreas usadas no passado o homem permite que a espécie mantenha ativos os processos sexuais permitindo cruzamentos entre variedades cultivadas e até mesmo entre outras espécies do gênero *Manihot* e a espécie cultivada. Estes eventos são fundamentais para amplificação de variabilidade. Assim, é fundamental enxergar o processo de domesticação de maneira dinâmica, ligado a continuidade dos ciclos de abertura, cultivo e reabertura de roças.

Os resultados obtidos até o momento permitem entender como a paisagem se integra aos eventos de domesticação. Ao longo do tempo os ciclos de pousio e abertura de novas roças nos locais de antigos cultivos (capoeiras) permitem que a espécie experimente ciclos recorrentes de seleção natural e humana. Além de procurar entender as associações entre o manejo da paisagem e domesticação, este tipo de abordagem procura entender os processos inerentes a agricultura tropical, na busca por explicitar como historicamente o homem tem modificado as plantas nos neotrópicos.

Agradecimentos.

Agradeço à FAPESP (processos 97/14514-1 e 98/16160-5) e ao CNPq (processo 140278/2001) pelo apoio financeiro, à N. Hanazaki pela leitura crítica do manuscrito e a todos os agricultores que contribuíram com o estudo.

Bibliografia

- Adams, C. 2000. As roças e o manejo da Mata Atlântica pelos caiçaras: uma revisão. Interciencia, 25(3): 143-150.
- Amorozo, M.C.M. 2000. Management and conservation of *Manihot esculenta* Crantz germplasm by traditional farmers in Santo Antonio do Leverger, Mato Grosso State, Brazil. Etnoecologica, 4(6):69-83.
- Balée, W. 1992. People of the Fallow: a historical ecology of foraging in Lowland South America. In: Redford, K. H., Padoch, C. (eds.) Conservation of Neotropical Forests. Columbia University Press, New York, pp. 35-57.
- Balée, W. 1994. Footprints of the Forest: Ka'apor ethnobotany - The historical ecology of plant utilization by an Amazonian people. Columbia University Press. New York. 396p.
- Begossi, A., Hanazaki, N., Peroni, N. 2001. Knowledge and use of biodiversity in Brazilian hot spots. Environment, Development and Sustainability, 2(3-4): 177-193.
- Blumler, M.A., Byrne, R. 1991. The ecological genetics of domestication and the origins of agriculture. Current Anthropology, 32(1): 23-66.
- Boserup, E. 1965. The conditions of agricultural growth: the economics change under population pressure, Aldine, New York.
- Brookfield, H., Padoch, C., 1994. Appreciating agrodiversity: A look at the dynamism and diversity of indigenous farming practices. Environment 36 (5), 6-45.
- Clement, C. 1999a. 1492 and the loss of Amazonian crop genetic resources. I. The relation between domestication and human population decline. Economic Botany 53(2), 188-202.
- Clement, C. 1999b. 1492 and the loss of Amazonian crop genetic resources. II. Crop Biogeography at contact. Economic Botany 53(2), 203-216.
- Clement, C. 2001. Melhoramento de espécies nativas. In: L.L.Nass, A.C.C.Valois, I.S.de Melo, M.C.Valadares-Inglis (eds.). Recursos Genéticos & Melhoramento – Plantas. Fundação MT, Rondonópolis, MT.
- Conklin, H.C. 1957. Hanunóo agriculture. Rome: FAO.
- Cunningham, A.B. 2001. Applied ethnobotany: people, wild plant use & conservation. Serie: People and plants conservation manual. WWF, UNESCO, e Royal Botanic Gardens Kew. Earthscan, London. 300p.
- Denevan, W.M., Treacy, J.M., Alcorn, J.B., Padoch. C., Denslow, J., Paitan, S.F. 1984. Indigenous agroforestry in the Peruvian Amazon: Bora Indican management of swidden fallows, Interciencia, 9(6), 346-357.
- Elias, M., Penet, L., Vindry, P., McKey, D., Panaud, O., Robert. 2000. Unmanaged sexual reproduction and the dynamics of genetic diversity of a vegetatively propagated crop plant, cassava (*Manihot esculenta* Crantz), in a traditional farming system. Molecular Ecology, 10(8): 1895-1907.
- Etkin, N. & Wilson, W. 1994. Characteristics of “wild” plant foods used by indigenous populations in Amazonia. In: N.Etkin (ed.), N. 1994. Eating on the wild side: the

- pharmacologic, ecologic, and social implications of using noncultigens (Arizona series in Human Ecology). The University of Arizona Press, Tucson. p. 14-142.305p.
- Fox, J., Troung, D.M., Rambo, A.T., Tuyen, N.P., Cuc, L.T., Leisz, S., 2000. Shifting cultivation: a new old paradigm for managing tropical forests. Bioscience 50 (6), 521-528.
- Gómez-Pompa, A. 1971. Posible papel de la vegetación secundaria en la evolución de la flora tropical. Biotropica, 3(2):125-135.
- Hanazaki, N., Tamashiro, J. Y., Leitão-Filho, H. F., Begossi, A., 2000. Diversity of plant uses in two Caiçara communities from the Atlantic Forest Coast, Brazil. Biodiversity and Conservation. 9 (5), 597-615.
- Harlan, J.R. 1992. Crops and Man. 2.ed. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America: Madison. p.295.
- Harlan, J.R., de Wet, J.M.J., Price, E.G. 1973. Comparative evolution of cereals. Evolution. 27:311-325.
- Harris, D.R.. 1989. An evolutionary continuum of people-plant interaction. In. Foraging and farming: the evolution of plant exploitation, D.R. Harris & G.C. Hillman (eds), cap.32. London: Unwin Hyman.
- Hueck, K. 1972. As florestas da América do Sul, UnB, Brasília.
- IBGE. 1992. Manual técnico da vegetação brasileira. Série Manuais técnicos em Geociências: número 1. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, Rio de Janeiro, 92p.
- Iltis, H.H. 1983. From teosinte to maize: The catastrophic sexual transmutation. Science, 22: 886-894.
- Kerr, W.E., 1987. Agricultura e seleção genéticas de plantas. In: Ribeiro, D. (ed.), Suma Etnológica Brasileira. 2nd ed. Vozes, Petrópolis, pp. 159-171.
- Ladizinsky, G. 1987. Pulse domestication before cultivation. Economic Botany, 41:60-65.
- Martins, P.S. 1994. Biodiversity and agriculture: patterns of domestication of Brazilian native plant species. Anais da Academia Brasileira de Ciências 66, 219-226.
- _____. 2001. Dinâmica evolutiva em roças de caboclos amazônicos. In: I.C.G.,Vieira, J.M.C., Silva, D.C., Oren, M.A.,D'incao (eds.) Diversidade biológica e cultural da Amazônia. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, p. 369-384.
- Moran, E.F. 1990. A Ecologia Humana das populações da Amazônia. Editora Vozes, Petrópolis. 367p.
- Mussolini, G., 1980. Ensaio de antropologia indígena e caiçara. Paz e Terra, Rio de Janeiro.
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Fonseca, G. A. B., Kent, J., 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature 403, 853-858.
- Peroni, N. 1998. Taxonomia folk e diversidade intraespecífica de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em roças de agricultura tradicional em áreas de Mata Atlântica do Sul do Estado de São Paulo. Dissertação de mestrado. ESALQ/USP, Piracicaba.
- Peroni, N. and Martins, P. S. 2000. Influência da dinâmica agrícola itinerante na geração de diversidade de etnovarietades cultivadas vegetativamente. Interciência 25 (1), 22-29.
- Peroni, N; Hanazaki, N. 2001. Current and lost diversity under swidden systems in Atlantic Forest. Agriculture, ecosystems and environment. (no prelo.)
- Pinton, F. e Emperaire, L. 1999. Pratiques agricoles et commerce du manioc sur un front de colonisation (Amazonie brésilienne), in. S. Bahuchet, D. Bley, H. Pagezy, N. Vernazza-

- Licht. (eds.), L'Homme et la forêt tropicale. Travaux de la Société d'Écologie Humaine. Éditions de Bergier, pp.347-362.
- Piperno, D. R., Pearsall, D. M. 1998. The origins of Agriculture in the Lowland Neotropics. San Diego: Academic Press.
- Salick, J., Cellinese, N., Knapp, S., 1997. Indigenous diversity of cassava: generation, maintenance, use and loss among the Amuesha, Peruvian Upper Amazon. Economic Botany. 51, 6-19.
- Sambatti J. B. M.; Martins, P.S.; Ando, A. 2001. Folk taxonomy and evolutionary dynamics of cassava: a case study in Ubatuba, Brazil. Economic Botany, 55(1): 93-105.
- Schmidt, C. B., 1958. Lavoura caiçara. Documentário da vida rural 14, Serviço de Informação Agrícola, Rio de Janeiro.
- Sievert, A.K. 2000. Root and tuber resources: experimental plant processing and resulting microwear on chipped stone tools. In: P.C. Anderson. Prehistory of agriculture: new experimental and ethnographic approaches. Monograph 40, Institute of Archaeology. University of California, Los Angeles.
- Wagley, C. 1974. Man in the Amazon. Gainesville: University of Florida Press.

7. Considerações finais

1. A região do Baixo Vale do Ribeira mostrou ser uma área de alta diversidade de espécies e variedades, principalmente de mandioca. Sob as condições atuais que as populações humanas se encontram, que expõem esta diversidade a perdas irreversíveis, esta é uma região de alta relevância para conservação de recursos genéticos vegetais e do conhecimento agrícola associado. Em analogia a Myers et al. (2000), a região do Vale do Ribeira pode ser considerada um *hot-spot* para a conservação da agrobiodiversidade na Mata Atlântica.
2. As atividades agrícolas itinerantes dos Caiçaras não mais ameaçam a conservação da biota da floresta atlântica, no sentido de redução da cobertura florestal. A análise temporal das imagens de satélite demonstrou que a vegetação das áreas do entorno das roças se recuperou ao longo do período dos últimos 24 anos. Para as demandas de conservação da Mata Atlântica, esta é uma boa notícia, mas, para os objetivos de conservar variedades cultivadas *on farm* (na roça dos agricultores), esta redução representa perdas irreversíveis. A redução das áreas de roça (capítulos 1 e 2) é refletida nas perdas de variedades cultivadas nos últimos 30 anos (capítulo 3).
3. As roças atuais podem ser consideradas como um resquício de uma atividade cíclica, que se encontra em mais uma fase de declínio. O que provavelmente diferencia esta fase, de outras fases passadas, é o fato do conhecimento a respeito das práticas agrícolas, e do manejo das variedades, não estarem sendo mantidas pelas gerações mais novas. A reduzida inserção dos jovens (menos de 30 anos de idade) na agricultura expõe a fragilidade do conhecimento transmitido oralmente. A idade dos agricultores atuais é avançada, e a atividade agrícola não responde pelas novas demandas socio-econômicas dos jovens Caiçaras. Um caráter negativo deste fenômeno é tornar as populações humanas, que são dependentes de recursos naturais, menos resilientes (capítulo 2). A conservação e a propriedade de variedades, por parte dos Caiçaras, tenderia a aumentar sua resiliência: sob futuras alterações ecológicas, sociais e econômicas, adaptações diferenciadas ao ambiente em mudança teriam maiores chances de sucesso, devido à presença de maior diversidade cultivada e disponibilidade de recursos. A dificuldade de se resgatar a

adoção de uma tecnologia complexa (roças itinerantes) reduz ainda mais a resiliência deste grupo humano.

4. Apesar da magnitude da diferenciação genética entre grupos de variedades ser pequena, alguns parâmetros genéticos foram claros em agrupar as variedades em conjuntos diferentes (capítulo 5). Reforçam estas divergências genéticas as variações morfológicas contínuas entre os grupos e os usos, tecnologia e produtos extraídos diferentemente de cada grupo de variedades. A redução das áreas de roças e as dificuldades em abrir novas roças refletem-se na mudança das estratégias de uso. O principal uso das variedades de “mandiocas-bravas” e “aipins” sempre foi a farinha, onde as variedades bravas são usadas exclusivamente para obtenção deste produto. A redução das áreas de roça dificulta o plantio destas variedades. Além disso, para obter a farinha, é necessário mão-de-obra e tecnologia subsequente (casas de farinha) para extração do componente tóxico das variedades bravas. Uma vez que as atividades coletivas, como mutirões e farinhadas, estão desestruturadas, a tendência é de se utilizar variedades que não demandem tecnologia complexa para detoxificação, como os “aipins”. Assim, um ritmo mais intenso de perdas de “mandiocas-bravas” é esperado, e os “aipins” configuram-se como um alimento altamente adaptativo. Além disso, os “aipins” tendem a ser configurados como plantas hortícolas e de quintais entre os Caiçaras, substituindo as variedades de “mandioca-brava” cultivadas em roça. A conservação dessa diversidade cultivada, intencionalmente ou não, ao longo da história das populações Caiçaras, assegura as mudanças de usos atuais e futuros.
5. A maior divergência genética entre as variedades de “aipim” supõe 4 hipóteses: 1) a menor diversificação de usos entre as “mandiocas-bravas”; 2) a homogeneidade ambiental entre os ambientes de cultivo; 3) a mudança no modo de produção agrícola; e 4) ao efeito fundador, relacionado à origem da agricultura caiçara. A quarta hipótese é a que suscita maior especulação. A pequena mobilidade espacial dos Caiçaras e a integração recente da região ao contexto estadual e nacional supõe que, em parte, a diversidade atual possa representar introduções passadas. A agricultura na região não ultrapassa os 2500 anos, havendo indícios de atividades humanas pré-coloniais na região, como os sambaquis (capítulo 1). Estes são ainda

utilizados para finalidades de roças e manutenção de variedades cultivadas. É possível supor que as variedades de “aipins” tenham vindo de regiões geográficas diferentes, incluindo o sul do país, carregadas por grupos Guarani. A possível confluência geográfica dos grupos Tupi e Guarani na região do baixo Vale do Ribeira sustenta em parte esta quarta hipótese.

6. Ações de trocas intencionais e não intencionais de variedades em nível regional criam um efeito tampão às perdas locais. A estratégia de cultivo multivarietal, e o comportamento alógamo da espécie, favorece cruzamentos inter e intra-específicos em nível de roça (capítulo 5). Em função da estrita relação dos ciclos itinerantes com a amplificação da diversidade (capítulo 6), a redução da atividade agrícola tende a reduzir a frequência de incorporação de diversidade genética resultante destes cruzamentos e de mutações aleatórias.
7. Apesar da ênfase dos programas estaduais e federais dada à conservação de espécies não domesticadas, e não cultivadas da Mata Atlântica, os resultados obtidos demonstram claramente o papel positivo dos Caiçaras na conservação, e amplificação de diversidade intra-específica de espécies domesticadas, introduzidas ou não. Apesar de que nos dias atuais estar em voga o termo “conservação *on farm*”, atividades relacionadas a este conceito já tem sido executadas há gerações pelos agricultores Caiçaras na costa atlântica paulista. A integração de estratégias de conservação *in situ* de espécies não domesticadas, ou semi-domesticadas devem ser integradas às estratégias de conservação *on farm* de espécies domesticadas. Estas estratégias devem incluir tanto agricultores dentro, como fora de unidades de conservação municipais, estaduais e federais, favorecendo estratégias que permitam troca de sementes e estacas de variedades tradicionalmente cultivadas. Agricultores isolados no contexto geográfico e social, estão fadados, assim como a diversidade cultivada por eles, a se extinguirem. Porém se ambos foram integrados em amplas redes de trocas de variedades, há chances de sucesso na manutenção, tanto de agricultores como desta diversidade. O desafio não é pequeno e se agrava pela pouca mobilização política dos agricultores em torno de causas que tragam benefícios econômicos e principalmente autonomia na produção de alimentos. Organização política, feiras de trocas de sementes, garantias fundiárias, aplicação

correta da legislação ambiental, incentivo a melhora da autoestima relacionada ao conhecimento agrícola tradicional, inclusão de agricultores caiçaras nos censos agrícolas, incentivo fiscal e econômico para sistemas alternativos de produção, como sistemas agroflorestais, e quebra de preconceito acadêmico em torno de “populações tradicionais” e “plantas de roça”, são medidas estratégicas que podem favorecer a continuidade de manutenção deste patrimônio genético e cultural.

8. O uso de métodos interdisciplinares foram úteis para interpretar as interações dos Caiçaras com suas variedades e seu ambiente. A conservação, as perdas e a amplificação da diversidade intra-específica estão relacionadas a ações e atividades que operam em escalas diferentes. Estes fatores não são estanques às escalas estudadas. As interações são intrinsecamente relacionadas e complexas. Os métodos aqui utilizados, em escalas espaciais e temporais diferentes, permitiram compreender parte desta complexidade. A aplicação de métodos que incluíram o uso de imagens de satélites e tecnologia de microssatélites só foi possível porque a ecologia e a genética da mandioca na Mata Atlântica estão associadas a ações humanas permeando tanto paisagens agrícolas como genes.

8. Referências Bibliográficas

- Adams, C. 2000a. As roças e o manejo da Mata Atlântica pelos caiçaras: uma revisão. *Interciencia* 25 (3):143-150.
- Adams, C., ed. 2000b. *Caiçaras na Mata Atlântica*. São Paulo: Annablume Editora.
- Albuquerque, U. P. 1999. Manejo tradicional de plantas em regiões neotropicais. *Acta Botânica Brasileira* 13 (3):307-315.
- Albuquerque, U. P., ed. 2002. *Introdução à etnobotânica*. 1 ed. Recife: Bagaço.
- Alcorn, J. 1995. The scope and aims of ethnobotany in a developing world. In *Ethnobotany: evolution of a discipline*. 1 ed., ed. R. E. Schultes e S. von Reis, 23-39. Portland: Dioscorides Press.
- Alexiades, M. N., ed. 1996. *Selected guidelines for ethnobotanical research: a field manual*. 1 ed. New York: New York Botanical Garden.
- Allem, A. C. 1994. The origin of *Manihot esculenta* Crantz (Euphorbiaceae). *Genetic Resources and Crop Evolution* 41:133-150.
- Allem, A. C. 2002. The origins and taxonomy of cassava. Cap. 1 In *Cassava: biology, production and utilization*, ed. R. J. Hillocks, J. M. Thresh, e A. C. Bellotti, 1-16. : CAB International.
- Altieri, M. A. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74 (1-3):19-31.
- Altieri, M. A., e Merrick, M. A. 1987. In situ conservation of crop genetic resources through maintenance of traditional farming systems. *Economic Botany* 41:86-96.
- Amorozo, M. C. M. 2000. Management and conservation of *Manihot esculenta* Crantz germplasm by traditional farmers in Santo Antonio do Leverger, Mato Grosso State, Brazil. *Etnoecologica* 4 (6):69-83.
- Amorozo, M. C. M., Ming, L. C., e Silva, S. M. P., eds. 2002. *Métodos de coleta e análise de dados em etnobiologia, etnoecologia e disciplinas correlatas*. 1 ed. Rio Claro: Unesp/CNPq.
- Anderson, J. R., Ernest, E. H., Ernest, E. H., John, T. R., e Richard, E. W. 1976. A land use and land cover classification system for use with remote sensor data. *Geological survey professional paper* 964.
- Balée, W. 1992. *People of the Fallow: a historical ecology of foraging in Lowland South America*.

- In: Redford, K. H. and Padoch, C. (eds.) *Conservation of Neotropical Forests*. 1 ed. New York: Columbia University Press. pp. 35-57.
- Balée, W. 1994. *Footprints of the forest*. New York: Columbia University Press.
- Bassam, B. J., Caetano-Anolles, G., e Gresshoff, P. M. 1991. Fast and sensitive silver staining of DNA in polyacrylamide gels. *Analytical Biochemistry* 196 (80).
- Batista, F. R. de Q. 2002. Caracterização florística e estrutural em áreas abandonadas de agricultura itinerante em Cananéia, Vale do Ribeira, SP. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas (SP).
- Becker, I. I. B. 1991. Alimentação dos Índios Kaingang do Rio Grande do Sul. *Revista de Arqueologia* 6:106-118.
- Begon, M., Harper, J. L., e Townsend, C. R., eds. 1996. *Ecology: Individuals, populations and communities*. 3 ed. London: Blackwell Science.
- Begossi, A., org.. 2004. *Ecologia Humana de pescadores da Mata Atlântica e da Amazônia*. São Paulo: Editora HUCITEC.
- Begossi, A., Hanazaki, N., e Silvano, R. A. M. 2002. Ecologia Humana, etnoecologia e conservação. In *Métodos de coleta e análise de dados em etnobiologia, etnoecologia e disciplinas correlatas*. 1 ed., ed. M. C. M. Amorozo, L. C. Ming, e S. M. Pereira, 93-128. Rio Claro: UNESP/CNPq.
- Begossi, A., Hanazaki, N., e Peroni, N. 2001. Knowledge and use of biodiversity in Brazilian hot spots. *Environment, Development and Sustainability* 2 (3-4):177-193.
- Begossi, A., e Hens, L. 2001. Local knowledge in the tropics: relevance to conservation and management. *Volume especial de Environment, Development and Sustainability*.
- Begossi, A., Silvano, R. M. A., Zuanon, J., Tamashiro, J., Leme, A., Pezzuti, J., Hanazaki, N., e Peroni, N. 2000. Uso de recursos aquáticos e vegetais no Rio Negro. Primeiro relatório. Ano 2000, Campinas, Projeto Temático FAPESP 98/16160-5.
- Begossi, A., Silvano, R. A. M., Amaral, B. D., e Oyakawa, O. T. 1999. Use of local resources by fishers and hunters in an extractive reserve (Upper Juruá, Acre, Brazil). *Environment, Development and Sustainability* 1:73-93.
- Begossi, A. 1998. Resilience and neotraditional populations: the caiçaras of the Atlantic Forest coast and caboclos of the Amazon (Brazil). In *Linking ecological and social systems:*

- management practices and social mechanisms for building resilience*, ed. C. Folke e F. Berkes, 129-157. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Begossi, A. 1996. Use of ecological methods in ethnobotany: diversity indices. *Economic Botany* 50 (3):280-289.
- Begossi, A. 1993. Ecologia humana: um enfoque das relações homem-ambiente. *Interciencia* 18 (3):121-132.
- Begossi, A., Leitão-Filho, H. F., e Richerson, P. J. 1993. Plant uses in a Brazilian coastal fishing community (Búzios Island). *Journal of Ethnobiology* 13 (2):233-256.
- Belkhir k. et al. 2003. GENETIX 4.03, logiciel sous Windows™ pour la génétique des populations. Laboratoire Génome, Populations; Interactions CNRS UMR 5000, Université de Montpellier II, Montpellier (France).
- Bellon, M. R. 1996. The dynamics of crop infraespecific diversity: a conceptual framework at the farmer level. *Economic Botany* 50:26-39.
- Bellon, M. R., e Taylor, J. E. 1993. "Folk" soil taxonomy and the partial adoption of new seed varieties. *Economic Development Cultural Change* 41 (4):763-786.
- Berlin, B., ed. 1992. *Ethnobiological classification: principles of categorization of plants and animals in traditional societies*. Princeton: Princeton University Press.
- Bernard, H. R., ed. 1995. *Research methods in anthropology - qualitative and quantitative approaches*. 2 ed. Walnut Creek: Altamira Press.
- Blumler, M. A., e Byrne, R. 1991. The ecological genetics of domestication and the origins of agriculture. *Current Anthropology* 32 (1):23-66.
- Bocco, G., e Toledo, V. M. 1998. Integrating peasant knowledge and geographic information systems: a spatial approach to sustainable agriculture. *Indigenous Knowledge and Development Monitor* 5 (2).
- Boserup, E. 1965. *The conditions of agricultural growth: The economics of agrarian change under population pressure*. New York: Aldine.
- Boster, J. 1983. A comparison of the diversity of Jivaroan Gardens with that of Tropical Forest. *Human Ecology* 11 (1):47-68.
- Boster, J. S. 1984. Classification, cultivation and selection of Aguaruna cultivars of *Manihot esculenta* (Euphorbiaceae). *Advances in Economic Botany* 1:34-47.

- Boster, J. S. 1985. Selection for perceptual distinctiveness: evidence from Aguaruna cultivars of *Manihot esculenta*. *Economic Botany*, 39(3): 310-325 39 (3):310-325.
- Brochado, J. J. P. 1977. Alimentação na floresta tropical. Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, UFRS. Caderno 2, Porto Alegre.
- Brondizio, E. S., e Siqueira, A. D. 1997. From extractivists to forest farmers: Changing concepts of Caboclo agroforestry in the Amazon estuary. *Research in Economic Anthropology* 18:233-279.
- Brondízio, E. S., Moran, E. F., Mausek, P., e Wu, Y. 1994. Land use change in the Amazon estuary: patterns of caboclo settlement and landscape. *Human Ecology* 22 (3):249-278.
- Brookfield, H., e Padoch, C. 1994. Appreciating agrodiversity: A look at the dynamism and diversity of indigenous farming practices. . *Environment* 36(5): 6-45.
- Brown, A. H. D. 2000. The genetic structure of crop landraces and the challenge to conserve them in situ on farms. Cap. 2 In *Genes in the field: on-farm conservation of crop diversity*. 1 ed., ed. S. B. Brush, 29-48. Roma: IPGRI/IDRC/Lewis Publishers.
- Brown, A. H. D., e Weir, B. S. 1983. Measuring genetic variation in plant populations. In *Isozymes in plant genetics and breeding, part A*, ed. S. D. Tanksley e T. J. Orton. Amsterdam: Elsevier.
- Brush, S. B. 1991. A farmer-based approach to conserving crop germplasm. *Economic Botany* 45:153-166.
- Brush, S. B. 1995. In situ conservation of landraces in centers of crop diversity. *Crop Science* 35 (2):346-354.
- Brush, S. B. 2000. The issues of in situ conservation of crop genetic resources. Cap. 1 In *Genes in the field: on-farm conservation of crop diversity*. 1 ed., ed. S. B. Brush, 3-26. Roma: IPGRI/IDRC/Lewis Publishers.
- Butler, M. J. A. et al. 1988. The application of remote sensing technology to marine fisheries: an introductory manual. FAO Fish. Technical Paper 295. 165p.
- Carneiro, R. L. 1983. The cultivation of manioc among the Kuikuru of the Upper Xingú. In *Adaptive responses of native Amazonians*, ed. R. B. Hames e W. T. Vickers, 65-111. New York: Academic Press.
- Castro, F. 2002. Manejo local e conservação dos recursos naturais na Mata Atlântica (Vale do Ribeira, São Paulo). Relatório, Bolsa de Pós-Doutorado FAPESP (00/05175-3).

- Castro, F., Siqueira, A., Brondízio, E. S., e Ferreira, L. 2000. Use and misuse of the concepts of tradition and property rights in the conservation of natural resources in the Atlantic Forest (Brazil). *American Anthropologist*. (submet.).
- Castro, F., Fosberg, M. C. S., Wilson, W., Brondízio, E., e Moran, E. F. 2002. The use of remotely sensed data in rapid rural assessment. *Field Methods* 14 (3):243-269.
- Chatfield, C., e Collins, A. J., eds. 1980. *Introduction to multivariate analysis*. London: Chapman & Hall.
- Chavarriaga-Aguirre, P., Maya, M. M., Bonierbale, M. V., Kresolich, S., Fregene, M. A., Toehne, J., e Kochert, G. 1998. Microsatellites in cassava (*Manihot esculenta* Crantz): discovery, inheritance and variability. *Theoretical and Applied Genetics*, 97(3) 493-501 97 (3):493-501.
- Chernela, J. M. 1987. Os cultivares de mandioca na Área do Uaupés. Cap. 9 In *Etnobiologia*. Suma Etnológica Brasileira. Edição atualizada do HANDBOOK OF SOUTH AMERICAN INDIANS, ed. D. Ribeiro. 2 ed., ed. B. G. Ribeiro, 151-158. Vol. 1. Petrópolis: Editora Vozes, Finep.
- Clement, C. 1999a. 1492 and the loss of Amazonian crop genetic resources. I. The relation between domestication and human population decline. *Economic Botany* 53 (2):188-202.
- Clement, C. 1999b. 1492 and the loss of Amazonian crop genetic resources. II. Crop Biogeography at contact. *Economic Botany* 53 (2):203-216.
- Cochrane, T. T., e Sánchez, P. A. 1982. Land resources, soils and their management in the Amazon region: a state of knowledge report. In *Amazonia agriculture and land use research*, ed. S. B. Hecht, 138-197. : University of Missouri, Columbia, USA.
- Colombo, C., Second, G., Losada Valle, T., e Charrier, A. 1998. Genetic diversity characterization of cassava cultivars (*Manihot esculenta* Crantz). (I) RAPD markers. *Genetic and Molecular Biology* 21:105-113.
- Conklin, H. C. 1961. The Study of Shifiting Cultivation. *Current Anthropology* 2:27-61.
- Cooke, R., e Piperno, D. 1993. Native American adaptations to the tropical forests of central and south America, before the European colonization. In *Tropical Forest, People and Food: biocultural interations and applications to development*, ed. C. M. Hladik, A. Hladik, O. F. Linares, H. Pagezy, e M. Hadley, 25-37. Vol. 3. Paris: Man and the Biosphere series, UNESCO.

- Crosby, A. W., ed. 2002. *Imperialismo ecológico: a expansão biológica da Europa:900-1900*. 2 ed. São Paulo: Companhia das Letras.
- Culham, A. E., e Grant, M. L. 1999. DNA markers for cultivar identification and classification. In *Taxonomy of cultivated plants: Third International Symposium*. Proceedings of the Meeting held in Edinburgh, Scotland 20-26 July 1998 ed., ed. S. Andrews, A. C. Leslie, e C. Alexander, 183-198. London: Royal Botanic Gardens, Kew.
- Cunningham, A. B., ed. 2001. *Applied ethnobotany: people, wild plant use and conservation*. People and Plants conservation manuals, ed. M. Walters. WWF, UNESCO, Royal Botanic Gardens, Kew. Londres: Earthscan Publications Ltd.
- Cury, R. 1993. Dinâmica evolutiva e caracterização de germoplasma de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) na agricultura autóctone. Mestrado Thesis, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo/ESALQ/USP - Piracicaba.
- Davis, E. W. 1995. Ethnobotany: an old practice, a new discipline. In *Ethnobotany: evolution of a discipline*. 1 ed., ed. R. E. Schultes e S. von Reis, 40-51. Portland: Dioscorides Press.
- Dean, W. 1992. A botânica e a política imperial: introdução e adaptação de plantas no Brasil colonial e imperial. São Paulo: Instituto de Estudos Avançados, USP. 21p (IEA. Coleção Documentos).
- Dean, W., ed. 1996. *A ferro e fogo: A história e a devastação da Mata Atlântica Brasileira*. São Paulo: Companhia das Letras.
- Dellaporta, S. L., Wood, J., e Hicks, J. R. 1983. A plant DNA minipreparation: version II. *Plant molecular biology and reproduction* 1 (4):19-.
- Denevan, W., e Padoch, C. 1987. Swidden-Fallow Agroforestry in the Peruvian Amazon. *Advances in Economic Botany* 5.
- Denevan, W. M., Treacy, J. M., Alcorn, J. B., Padoch, C., Denslow, J., e Paitan, S. F. 1984. Indigenous agroforestry in the Peruvian Amazon: Bora Indican management of swidden fallows. *Interciencia* 9 (6):346-357.
- DeWalt, B. R., e Pelto, P. 1985. Microlevel/Macrolevel linkages: an introduction to the issues and a framework for analysis. In *Micro and Macro levels of analysis in Anthropology*. Issues in Theory and Research, ed. B. R. DeWalt, R. e P. Billie, e J. Pertti. Boulder: Westview Press.
- Dias Junior, O. F. 1993. As origens da horticultura no Brasil. *Revista de Arqueologia Americana*.

(7):1-52.

- Dice, L. R. 1945. Measures of the amount of ecologic association between species. *Ecology* 26:297-302.
- Diegues, A. C., ed. 1983. *Pescadores, camponeses e trabalhadores do mar*. São Paulo: Editora Ática.
- Diegues, A. C. 1999. Human populations and coastal wetlands: conservation and management in Brazil. *Ocean and Coastal Management* 42:187-210.
- Diegues, A. C., e Arruda, R. S. V., eds. 2001. *Saberes tradicionais e biodiversidade no Brasil*. Biodiversidade, 4. 1 ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.
- Di Gregorio, A., e Jansen, L., eds. 2000. *Land cover classification system (LCCS): classification concepts and user manual*. Rome: FAO.
- Dufour, D. L. 1993. The bitter is sweet: a case study of bitter cassava (*Manihot esculenta*) use in Amazonia. In *Tropical Forest, People and Food: biocultural interations and applications to development*, ed. C. M. Hladik, A. Hladik, O. F. Linares, H. Pagezy, e M. Hadley, 575-588. Vol. 13. Paris: Man and the Biosphere series, UNESCO.
- Dun, G., e Everitt, B., eds. 1980. *An introduction to mathematical taxonomy*. London: Cambridge University Press.
- Eden, M. J. 1988. Crop diversity in tropical swidden cultivation: comparative data from Colombia and Papua New Guinea. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 20:127-136.
- Eden, M. J. 1993. Swidden cultivation in forest and savanna in lowland Southwest Papua New Guinea. *Human Ecology* 21 (2):145-166.
- Elias, M., Penet, L., Vindry, P., McKey, D., e Robert, T. 2001. Unmanaged sexual reproduction and the dynamics of genetic diversity of a vegetatively propagated crop plant, cassava (*Manihot esculenta* Crantz), in a traditional farming system. *Molecular Ecology* 10 (8):1895-1907.
- Emperaire, L. 2001. Elementos de discussão sobre a conservação da agrobiodiversidade: o exemplo da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) na Amazônia brasileira. In *Biodiversidade da Amazônia*, ed. J. P. Capobianco, 225-234. São Paulo: Estação Liberdade/ISA.
- Emperaire, L. 2002. O manejo da agrobiodiversidade: o exemplo na Amazônia. In *Seria melhor mandar ladrilhar? Biodiversidade como, por que, por quê*, ed. N. Bensusan. Brasília, DF:

- Editora Universidade de Brasília, Instituto Socioambiental. 252p.
- Emperaire, L., e Pinton, F. 1999. Abordagem etnobiológica e sócio econômica do manejo da diversidade varietal da mandioca na Amazônia. Convenção BRG-ORSTOM-Programa Meio Ambiente CNRS: Relatório de trabalho de campo. Brasília-Paris 26p.
- Epperson, B. K. 1993. Recent advances in correlation studies of special patterns of genetic variation. *Evolutionary Biology* 27:95-155.
- Erickson, C. 2003. Historical ecology and future explorations. In *Amazonian Dark Earths: Origin, Properties, Management*. 1 ed., ed. J. Lehmann, D. C. Kern, B. Glaser, e W. I. Woods, 455-500. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Escofier, B., e Pagès, J., eds. 1990. *Analyses factorielles simples et multiples*. Paris: Dunod.
- ESRI, 1999. ArcView 3.2. Environmental Systems Research Institute, Inc. (software)
- Faraldo, M. I. F. 1995. Caracterização isoenzimática e diversidade de etnovarietades de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Mestrado (Dissertação), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba (SP).
- Felipim, A. P. 2001. O sistema agrícola Guarani Mbyá e seus cultivares de milho: um estudo de caso na aldeia guarani da Ilha do Cardoso, município de Cananéia, SP. Dissertação de mestrado, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. Piracicaba (SP).
- Felipim, A. P., Resende, R. U., e Ribeiro, R. J. 2000. Agricultura de pousio e controle ambiental. In *Comunidades tradicionais e manejo dos recursos naturais da Mata Atlântica*, ed. A. C. Diegues e V. M. Viana. São Paulo: Fundação Ford.
- Ferreira, L. C. 1996. A Floresta Intransitiva: Conflitos e Negociações na Mata Atlântica, SP. Tese de Doutorado, IFCH/UNICAMP, Campinas (SP). Campinas, Brazil.
- Ferreira, L., Siviero, S. O., Campos, S. V., Silveira, P. C. B., Oliveira, V. G., Mendes, A. B. V., e Pinto, A. O. 2001. Conflitos sociais em áreas protegidas no Brasil: Moradores, instituições e ONGs no Vale do Ribeira e Litoral Sul, SP. *Ideias*. 8 (2):115-149.
- Ford, R. 2000. Agriculture: an introduction. In *Ethnobotany: a reader*, ed. P. E. Minnis, 243-246. Norman: University of Oklahoma Press.
- Fox, J., Troung, D. M., Rambo, A. T., Tuyen, N. P., Cuc, L. T., e Leisz, S. 2000. Shifting cultivation: a new old paradigm for managing tropical forests. *BioScience* 50 (6):521-528.

- França, A. 1954. A Ilha de São Sebastião: estudo de geografia humana. *Geografia, Boletim* 178 (10).
- Frankel, O. H. 1970. Genetic conservation in perspective. In *Genetic resources in plants: their exploration and conservation*, ed. O. H. Frankel e E. Bennet. Vol. 11. Oxford: International Biological Programme Handbook, Blackwell Scientific Publications.
- Frankel, O. H., Brown, A. H. D., e Burdon, J. J., eds. 1995. *The conservation of plant biodiversity*. 2 ed. Cambridge: Cambridge University Press.
- Frikel, P. 1959. Agricultura dos Índios Mundurukú. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Antropologia* 4:1-35.
- Fukuda, W. M. G., e Guevara, C. L., eds. 1998. *Descritores morfológicos e agronômicos para a caracterização de mandioca (manihot esculenta Crantz)*. Documentos. Vol. 78. Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMP.
- Furbee, L. 1989. A folk expert system: soil classification in the Colca valley, Peru. *Anthropological Quarterly* 62 (1):83-102.
- Galvão, E. 1963. Elementos básicos da horticultura de subsistência indígena. *Revista do Museu Paulista, Nova série* 14:120-144.
- Gauch, H. G., e Whittaker, R. H. 1981. Hierarchical classification of community data. *Journal of Ecology* 69 (2):537-557.
- Gepts, J. 1993. The use of molecular and biochemical markers in crop evolution studies. *Evolutionary Biology* 27:51-95.
- Giles, B. E., e Goudet, J. 1997. A case study of genetic structure in a plant metapopulation. In *Metapopulation Biology: ecology, genetics, and evolution*, ed. I. A. Hanski e M. E. Gilpin, 429-454. San Diego: Academic Press, Inc. San Diego: Academic Press, Inc.
- Goodman, S. J. 1997. RST Calc: a collection of computer programs for calculating estimates of genetic differentiation from microsatellite data and determining their significance. *Molecular Ecology* 6:881-885.
- Gotelli, N. J., ed. 1995. *A primer of ecology*. : Sunderland, Sinauer Associates.
- Gower J.C. 1966. Some distance properties of latent root and vector methods used in multivariate analysis. *Biometrika* 53:325-338.
- Greenacre, H. J., ed. 1984. *Theory and applications of correspondence analysis*. London:

Academic Press.

- Guapindaia, V. 2001. Encountering the ancestors: the Maracá Urns. In *Unknown Amazon: culture in nature in ancient Brazil*, ed. C. McEwan, C. Barreto, e E. G. Neves, 156-173. London: British Museum Press.
- Guillet, D. 1989. A knowledge-based-systems model of native soil management. *Antropological Quartely* 62 (1):59-67.
- Gutierrez, M. M. 1991. Diversidad de yuca *Manihot esculenta* Crantz en Colombia. Vision geográfica-cultural. Bogotá: Corporation Colombiana para a Amazonia, 169p.
- Hanazaki, N. 2001. Ecologia de caiçaras: uso de recursos e dieta. Doutorado Tese, Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP.
- Hanazaki, N., e Begossi, A. 2000. Fishing and niche dimension for food consumption of caiçaras from Ponta do Almada (Brazil). *Human Ecology Review* 7 (2):52-62.
- Hanazaki, N., e Begossi, A. 2003. Fishing and niche dimension for food consumption of caiçaras from Ponta do Almada (Brazil). *Human Ecology Review* 7 (2). in press.
- Hanazaki, N., Leitão-Filho, H. F., e Begossi, A. 1996. The use of resources of the Brazilian Atlantic Forest: the case of Ponta do Almada (Ubatuba, Brasil). *Interciencia* 21 (6):268-276.
- Hanazaki, N., de Castro, F., Oliveira, V. G., e Peroni, N. 2004. Between the sea and the land: local and external factors affecting the multiple activities of Caiçara livelihood (Brazil). *Human Organization*:submet.
- Hanski, I. 1997. Metapopulation dynamics: from concepts and observations to predictive models. In *Metapopulation Biology: ecology, genetics, and evolution*, ed. I. A. Hanski e M. E. Gilpin, 69-91. San Diego: Academic Press, Inc.
- Harlan, J. R., ed. 1992. *Crops and Man*. 2 ed. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America.
- Harlan, J. R., ed. 1995. *The living fields: our agricultural heritage*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Harris, D. R. 1989. An evolutionary continuum of people-plant interaction. Cap. 32 In *Foraging and farming: the evolution of plant exploitation*, ed. D. R. Harris e G. C. Hillman. London: Unwin Hyman.
- Harris, D. R., e Hillman, G. C., eds. 1989. *Foraging and farming: the evolution of plant*

- exploration*. London: Unwin-Hyman.
- Hastings, A., e Harrison, S. 1994. Metapopulation dynamics and genetics. *Annual review of ecology and systematics*. 25:167-188.
- Heckenberger, M. J., Kuikuro, A., Kuikuro, U. T., Russel, J. C., Schmidt, M., Fausto, C., e Franchetto, B. 2003. Amazonia 1492: Pristine Forest or Cultural Parkland? *Science* 301:1710-1714.
- Hedrick, P. W. 1999. Perspective: Highly variable loci and their interpretation in evolution and conservation. *Evolution* 53 (2):313-318.
- Hernani, L. C., Sakai, E., Ishimura, I., e Lepsch, I. F. 1987. Influência de métodos de limpeza de terreno sob floresta secundária em latossolo amarelo do Vale do Ribeira, SP. I. Dinâmica de atributos químicos, físicos e produção de milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 11:205-213 11:205-213.
- Hershey, C. H. 1994. Manihot genetic diversity. *International network for cassava genetic resources, International Crop Network Series, IPGRI* 10:111-134.
- Hettterscheid, W. L. A. 1999. Stability through the culton concept. In *Taxonomy of cultivated plants: Third International Symposium*. Proceedings of the Meeting held in Edinburgh, Scotland 20-26 July 1998, ed. S. Andrews, A. C. Leslie, e C. Alexander, 127-133. London: Royal Botanic Gardens, Kew.
- Hill, M. O. 1979. TWINSpan - A FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of individuals and attributes. Modified by Dr Peter R. Minchin Feb 1988 - June 1997. Cornell University Ithaca, New York, 90p.
- Hill, M. O., Bunce, R. G. H., e Shaw, M. W. 1975. Indicator species analysis: a divisive polythetic method of classification and its application to a survey of native pinewoods in Scotland. *Journal of Ecology* 63:597-613.
- Höft, M., Barik, S. K., e Lykke, A. M., eds. 1999. *Quantitative ethnobotany: applications of multivariate and statistical analyses in ethnobotany*. Plants and people working paper. Vol. 6. Paris: UNESCO.
- Hoehne, F. C., ed. 1937. *Botânica e agricultura no Brasil no século XVI: pesquisas e contribuições*. Série 5, Brasiliana. Biblioteca pedagógica Brasileira. 71 vols. São Paulo: Companhia Editora Nacional.

- Hogan, D. J., do Carmo, R., Alves, H. P. F., e Rodrigues, I. A. 1999. Sustentabilidade no Vale do Ribeira (SP): Conservação ambiental e melhoria das condições de vida da população. *Ambiente e Sociedade* 3-4:151-175.
- Holling, C., Berkes, F., e Folke, C. 1998. Science, sustainability and resource management. In *Linking ecological and social systems: management practices and social mechanisms for building resilience*, ed. C. Folke e F. Berkes, 342-362. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hueck, K., ed. 1972. *As Florestas da América do Sul*. Brasília: Editora Universidade de Brasília.
- Husband, B. C., e Barret, S. C. H. 1996. A metapopulation perspective in plant population biology. *Journal of Ecology* 84:461-467.
- IBGE, ed. 1992. *Manual Técnico da vegetação brasileira*. Rio de Janeiro: IBGE - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- ISA (Instituto Socioambiental). 1998. Projeto Diagnóstico socioambiental do Vale do Ribeira. Anexo 3, mimeografado. São Paulo: Instituto Sócio-Ambiental.
- Johns, T., ed. 1990. *With bitter herbs they shall eat it: chemical ecology and the origins of human diet and medicine*. Tucson: University of Arizona Press.
- Jongman, R. H. G., Ter Braak, C. J. F., e Van Tongeren, O. F. R., eds. 1995. *Data analysis in community and landscape ecology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Jovchelevich, P., e Canelada, G. 1992. Manejo agroflorestal das populações tradicionais a Estação ecológica da Juréia-Itatins. *Anais Revista Instituto Florestal* 3:913-920. II Congresso Nacional sobre Essências Nativas.
- Kageyama, P. Y., Gandara, F. B., e Vencovsky, R. 2001. Conservação in situ de espécies arbóreas nativas. In *Recursos genéticos e melhoramento*, ed. L. L. Nas, A. C. C. Valois, I. S. Ivelo, e M. C. Valadares-Inglis, 149-159. Rondonópolis: Fundação MT.
- Kawano K, Amaya, P., e Rios, M. 1978. Factors affecting efficiency of hybridization and selection in cassava. *Crop Science* 17:373-376.
- Kerr, W. E. 1987. Agricultura e seleção genética de plantas. Cap. 10 In *Etnobiologia*. Suma Etnológica Brasileira. Edição atualizada do HANDBOOK OF SOUTH AMERICAN INDIANS, ed. D. Ribeiro. 2 ed., ed. B. G. Ribeiro, 159-171. Vol. 1. Petrópolis: Editora Vozes, Finep.

- Kerr, W. E., e Clement, C. R. 1980. Práticas agrícolas de conseqüências genéticas que possibilitaram aos Índios da Amazônia uma melhor adaptação às condições ecológicas da região. *Acta Amazonica* 10 (2):251-261.
- Kirizawa, M., Lopes, E. A., Pinto, M. M., e Lam M Lopes, M. I. M. S. 1992. Vegetação da Ilha Comprida: Aspectos fisionômicos e florísticos. *Revista do Instituto Florestal* 4:386-391.
- Kleinman, P. J. A., Pimentel, D., e Bryant, R. B. 1995. The ecological sustainability of slash-and-burn agriculture. *Agriculture Ecosystem Environment* 52 (2-3):235-249.
- Kresovich, S., e Mcferson, J. R. 1992. Assessment and management of plant genetic diversity: Considerations of intraspecific and interspecific variation. *Field Crops Research* 29 (3):185-204.
- Ladeira, M.I.M. 1992. O Caminhar Sob a Luz. O território Mbya e a beira do oceano. São Paulo, Dissertação de Mestrado (Pontifícia Universidade Católica - PUC).
- Levin, S. A. 1992. The problem of pattern and scale in ecology. *Ecology* 73:1943-1983. *Ecology* 73:1943-1983.
- Levins, R. 1969. Some demographic and genetic consequences of environmental heterogeneity for biological control. *Bulletin of the Entomological Society of America* 15:237-240.
- Levins, R. 1970. Extinction. In *Annals of the New York Academy of Sciences. Lecture on mathematical analysis of biological phenomena*. 1 ed., 123-138. Vol. 231. : .
- Lewis, P. O., e Zaykin, D. 2001. Genetic Data Analysis: Computer program for the analysis of allelic data. Version 1.0 (d16c). (software)
<http://lewis.eeb.uconn.edu/lewishome/software.html> (15 set 2003).
- Louette, D. 2000. Traditional management of seed and genetic diversity: what is a landrace. Cap. 5 In *Genes in the field: on-farm conservation of crop diversity*. 1 ed., ed. S. B. Brush, 109-142. Roma: IPGRI/IDRC/Lewis Publishers.
- Lynch, M., e Walsh, B. 1995. Genetics and analysis of quantitative traits, Resemblance between relatives. (7):131-176.
- MacCune, B., e Mefford, M. J. 1997. Multivariate analysis of ecological data. Version 3.18. Version 3.18. MJM Software, Gledenen Beach, Oregon/USA.
- Magurran, A., ed. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. London: Croom Helm.
- Manly, B. F. J., ed. 1991. *Randomization and Monte Carlo methods in biology*. London: Chapman

& Hall.

- Manly, B. F. J., ed. 1995. *Multivariate statistical methods: a primer*. 2 ed. London: Chapman & Hall. 215p.
- Mantel, N. 1967. The detection of disease clustering and a generalized regression approach. *Cancer Research* 27:209-220.
- Marcgrave, J., ed. 1942. *História natural do Brasil*. São Paulo: Museu Paulista.
- Mardia, K. V., Kent, J. T., e Bibby, J. M., eds. 1979. *Multivariate analysis*. London: Academic Press.
- Maretti, C. C., e Filet, M. 1988. Ilha Comprida: um desafio ao planejamento ambiental. *Ambiente* 2 (2):66-73.
- Martin, L., e Seguío, K. 1978. Ilha Comprida: um exemplo de ilha-barreira ligada às flutuações do nível marinho durante o quaternário. In *Anais do Congresso Brasileiro de Geologia*. 30 ed., 905-912. Vol. 2. Recife: .
- Martins, P. S. 1994. Biodiversity and agriculture: patterns of domestication of Brazilian native plant species. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 66:219-226.
- Martins, P. S. 2001. Dinâmica evolutiva em roças de caboclos amazônicos. In *Diversidade biológica e cultural da Amazônia*. 1 ed., ed. I. C. G. Vieira, J. M. C. Silva, D. C. Oren, e M. A. D'Incao, 369-384. Bélem: Museu Paraense Emílio Goeldi.
- Mba, R. E. C., Stephenson, P., Edwards, K., Mlezer, S., Mkumbira, J., Gullberg, U., Apel, K., Gale, M., Tohme, J., e Fregene, M. 2001. Simple sequence repeat (SSR) markers survey of the cassava (*Manihot esculenta* Crantz) genome: towards an SSR-based molecular genetic map of cassava. *Theoretical and Applied Genetics* 102:21-31.
- McKey, D., e Beckerman, S. 1993. Chemical ecology, plant evolution and traditional cassava cultivation systems. In *Tropical Forest, People and Food: biocultural interations and applications to development*, ed. C. M. Hladik, A. Hladik, O. F. Linares, H. Pagezy, e M. Hadley, 83-112. Vol. 13. Paris: Man and the Biosphere series, UNESCO.
- McKey, D., Emperaire, L., Elias, M., Pinton, F., Robert, T., Demoulière, S., e Rival, L. 2001. Gestions locales et dynamiques régionales de la diversité variétale du manioc en Amazonie. *Genetic Selection and Evolution* 33 (Suppl. 1):465-490.
- Michaelis. 1998. *Moderno dicionário da língua portuguesa*. 5 ed. São Paulo: Companhia

- Melhoramentos. (Dicionários Michaelis).
- Ministério do Meio Ambiente. 2000. *Avaliação e Ações Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos. Relatório Técnico.* : MMA/PROBIO, Conservation International do Brasil, Fundação SOS Mata Atlântica, Fundação Biodiversitas, Instituto de Pesquisas Ecológicas, SMA-SP, SEMAD-MG.
- Minnis, P. E., ed. 2000. *Ethnobotany: a reader*. Norman: University of Oklahoma Press. University of Oklahoma Press; Norman.
- Mkumbira, J., Chiwona-Karltun, L., Lagercrantz, U., Mahungu, N. M., Saka, J., Mhone, A., Bokanga, M., Brimer, L., Gullberg, U., e Roling, H. 2003. Classification of cassava into "bitter" and "cool" in Malawi: From farmers' perception to characterization by molecular markers. *Euphytica* 132:7-22.
- Moran, E. F., ed. 1990. *A Ecologia Humana das populações da Amazônia*. 1 ed. Petrópolis: Editora Vozes.
- Moran, E. F., e Brondízio, E. S. 1998. Land-use change after deforestation in Amazonia. In *People and pixels: linking remote sensing and social science*. 1 ed., ed. D. Liverman, E. F. Moran, R. R. Rindfuss, e P. C. Stern, 94-120. Washington, D.C.: National Academy Press.
- Morrison, D. F., ed. 1981. *Multivariate statistical methods*. 2 ed. Tokio: McGraw Hill. 415p.
- Mourão, F. A. A. 1971. Os pescadores do litoral sul do estado de São Paulo: um estudo de sociologia diferencial., Dissertação de doutorado, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo. São Paulo.
- Mussolini, G. 1953. Aspectos da cultura e da vida social do litoral brasileiro. *Revista de Antropologia* 1:81-97.
- Mussolini, G., ed. 1980. *Ensaio de antropologia indígena e caiçara*. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- MVSP. 2003. Multivariate Statistical Package, Kovach Computing Services. Versão 3.13f.
- Nazarea, V. D., ed. 1998. *Cultural memory and biodiversity*. Tucson: The University of Arizona Press.
- Nazarea, V.D., ed. 1999. *Ethnoecology: situated knowledge/located lives*. Tucson: The University of Arizona Press.
- Nei, M. 1973. Analysis of gene diversity in subdivided populations. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 70 (12):3321-3323.

- Nei, M. 1978. Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals. *Genetics* 89:583-590.
- Nei, M., e Chesser, R. K. 1983. Estimation of fixation indices and gene diversities. *Annals of Human Genetics* 47:253-259.
- Nei, M., e Li, W. 1979. Mathematical model for studying genetic variation in terms of restriction endonucleases. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 76:5269-5273.
- Netting, R. McC., ed. 1993. *Smallholders, householders: farm families and the ecology of intensive, sustainable agriculture*. Stanford: Stanford University Press.
- Neves, E. G., Petersen, J. B., Bartone, R. N., e da Silva, C. A. 2003. Historical and socio-cultural origins of Amazonian dark earths. Cap. 3 In *Amazonian dark earths: origin, properties, management*, ed. J. Lehmann, D. C. Kern, B. Glaser, e W. I. Woods. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Nicholaides, J. J. I. I. I., e Moran, E. F. 1995. Soil indices for comparative analysis of agrarian systems. Cap. 3 In *The comparative analysis of human societies: toward common standards for data collections and reporting*, ed. E. F. Moran, 39-54. London: Lynne Rienner Publishers.
- Noss, R. f. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation Biology* 4:355-364.
- O'Brien, G. M., Wheatley, C. C., Iglesias, C., e Poulter, N. H. 1994. Evaluation, modification, and comparison of two rapid assays for cyanogens in cassava. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 65:391-399.
- Oldfield, M. L., e Alcorn, J. B. 1987. Conservation of traditional agroecosystems. *BioScience* 37 (3):199-208.
- Oliveira, A. A. 2001. Diversidade e conservação de árvores. In *Florestas do Rio Negro*, ed. A. A. Oliveira e D. Gely, 90-117. Varella, D (coord). São Paulo: Companhia das letras, UNIP.
- Oliveira, A. A., e Mori, S. A. 1999. A Central Amazonian terra firma forest. I. High tree species richness on poor soils. *Biodiversity and Conservation* 8 (9):1219-1244.
- Oliveira, R. R., Lima, D. F., Sampaio, P. D., Silva, R. F., e Toffoli, D. DiG. 1994. Roça Caiçara, um sistema "primitivo" auto-sustentável. *Ciência Hoje* 18:44-51.
- Olmos, F., Milano, M., Albuquerque, J. L. B., Câmara, I. G., Coimbra-Filho, A. F., Galetti, M.,

- Pena, C. G., Pizo, M. A., Aleixo, A., Pacheco, J. F., Bauer, C., e Freitas, T. R. O. 2001. Correção Política e Biodiversidade: a crescente ameaça das "Populações Tradicionais" À Mata Atlântica. In *Ornitologia e conservação: da ciência às estratégias*, ed. J. L. B. Albuquerque, F. F. Candido Jr., F. C. Straube, e A. L. Ross. Florianópolis: Editora Unisul.
- Olsen, K. M., e Schall, B. A. 1999. Evidence on the origin of cassava: Phylogeography of *Manihot esculenta*. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 96:5586-5591.
- Padoch C, e De Jong, W. 1992. Diversity, variation, and change in the ribereño agriculture. In *Conservation of neotropical forests: working from traditional resource use*, ed. K. H. Redford e C. Padoch. New York: Columbia University Press.
- Peroni, N. 2004. Agricultura de pescadores. Cap. 2 In *Ecologia humana de pescadores da Mata Atlântica e da Amazônia*, org. A. Begossi. São Paulo: Editora HUCITEC.
- Peroni, N. 2002. Manejo Agrícola Itinerante e domesticação de plantas neotropicais: o papel das capoeiras. In *Atualidades em Etnobiologia e Etnoecologia*, ed. U. P. Albuquerque, A. G. C. Alves, e V. A. Silva, 97-108. Vol. 1. IV Simpósio Brasileiro de Etnobiologia e Etnoecologia. Recife (PE): Sociedade Brasileira de Etnobiologia e Etnoecologia (SBEE).
- Peroni, N., e Hanazaki, N. 2002. Current and lost diversity of cultivated varieties, especially cassava, under swidden cultivation systems in the Brazilian Atlantic Forest. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 92 (2-3):171-183.
- Peroni, N., e Martins, P. S. 2000. Influência da dinâmica agrícola itinerante na geração de diversidade de etnovarietades cultivadas vegetativamente. *Interciencia* 25 (1):22-29.
- Peroni, N., Martins, P. S., e Ando, A. 1999. Diversidade inter e intra-específica e uso de análise multivariada para morfologia de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz): Um estudo de caso. *Scientia Agricola* 56 (3):587-595.
- Peroni, N. 1998. Taxonomia folk e diversidade intraespecífica de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em roças de agricultura tradicional em Áreas de Mata Atlântica do Sul do Estado de São Paulo. Mestrado (Dissertação), ESALQ/USP, Piracicaba (SP).
- Petrone, P. 1966. A baixada do Ribeira: estudos de geografia humana. *Boletim da Cadeira de Geografia* 283. FFCLH, USP.
- Pickersgill, B., e Karamura, D. A. 1999. Issues and options in the classification of cultivated bananas, with particular reference to the east African Highland bananas. In *Taxonomy of*

- cultivated plants: Third International Symposium*. Proceedings of the Meeting held in Edinburgh, Scotland 20-26 July 1998 ed., ed. S. Andrews, A. C. Leslie, e C. Alexander, 159-167. London: Royal Botanic Gardens, Kew.
- Pielou, E. C., ed. 1984. *The interpretation of ecological data: a primer on classification and ordination*. New York: John Wiley & Sons.
- Pierson, D., e Teixeira, C. B. 1947. Survey de Icapara. *Sociologia* 47 (1):3-21.
- Pinton, F., e Emperaire, L. 1999. Pratiques agricoles et commerce du manioc sur un front de colonisation (Amazonie brésilienne). In: Bahuchet, S. Daniel Bley, HøiØne Pagezy e Nicole Vernazza-Licht (eds.), *L'homme et la forêt tropicale. Travaux de la Société d'Ecologie Humaine*:347-362.
- Pinton, F., e Emperaire, L. 2001. Le manioc en Amazonie brésilienne: diversité variétale et marché. *Genetic Selection and Evolution* 33 (Suppl. 1):491-512.
- Piperno, D. R., e Pearsall, D. M., eds. 1998. *The origins of Agriculture in the Lowland Neotropics*. San Diego: Academic Press.
- Piso, G. 1948. *História natural do Brasil ilustrada*. São Paulo: Companhia editora Nacional.
- Piso, G. 1957. *História natural e médica da Índia Ocidental*. Rio de Janeiro: Departamento de Imprensa Nacional. (1658).
- Plotkin, M. J. 1995. The importance of Ethnobotany for tropical forest conservation. In *Ethnobotany: Evolution of a discipline*, ed. R. E. Schultes e S. von Reis, 147-156. Portland: Dioscorides Press.
- Posey, D. A. 1987. Manejo da floresta secundária, capoeiras, campos e cerrados (Kayapó). Cap. 11 In *Etnobiologia*. Suma Etnológica Brasileira. Edição atualizada do HANDBOOK OF SOUTH AMERICAN INDIANS, ed. D. Ribeiro. 2 ed., ed. B. G. Ribeiro, 173-185. Vol. 1. Petrópolis: Editora Vozes, Finep.
- Prance, G. T. 1995. A comparison the efficacy of higher taxa and species numbers in the assessment of the biodiversity in the neotropics. In *Biodiversity measurement and estimation*, ed. D. L. Hawksworth, 89-99. London: Chapman & Hall.
- Quiros, C. F., Brush, S. B., Douches, D. S., Zimmerer, K. S., e Huestis, G. 1990. Biochemical and folk assessment of variability of Andean cultivated potatoes. *Economic Botany* 44 (2):254-266.
- Raji, V. van, Quaggio, J. A., Cantarella, H., Ferreira, M. E., Lopes, A. S., e Bataglia, O., eds. 1987.

- Análise química de solos para fins de fertilidade*. Campinas: Fundação Cargil.
- Reis, M. S. 1996. Distribuição e dinâmica da variabilidade genética em populações naturais de palmeiteiro (*Euterpe edulis* Martius). Doutorado Tese, Departamento de Genética e Melhoramento de Plantas, Universidade de São Paulo, ESALQ/USP, Piracicaba.
- Renvoize, B. S. 1972. The area of origin of *Manihot esculenta* Crantz as crop plant - a review of the evidence. *Economic Botany* 26:352-360.
- Resende, R. 2000. As regras do jogo: legislação florestal e desenvolvimento sustentável no Vale do Ribeira. São Paulo. Mestrado (Dissertação), Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental, PROCAM, Universidade de São Paulo, São Paulo(SP).
- Ribeiro, B., ed. 1995. *Os índios das águas pretas*. São Paulo: Edusp/Companhia das Letras.
- Rindfuss, R. R., e Stern, P. C. 1998. Linking remote sensing and social science? the need and the challenges. In *People and pixels: linking remote sensing and social science*. 1 ed., ed. D. Liverman, E. F. Moran, R. R. Rindfuss, e P. C. Stern, 1-28. Washington, D.C.: National Academy Press.
- Rindos, D., ed. 1984. *The origins of agriculture: an evolutionary perspective*. Vol. 1. Orlando: Academic Press.
- Rogers, D. J., e Appan, S. G. 1973. *Manihot and Manihotoides (Euphorbiaceae). A computer-assisted study*. Monograph. Flora Neotropica ed. Vol. 13. New York: Hafner Press.
- Rogers, D. J., e Fleming, H. S. 1973. A monograph of *Manihot esculenta* Crantz. *Economic Botany* 27 (1):1-114.
- Rohlf, J. 1992. NTSYS-pc: numerical taxonomy and multivariate analysis system, version 1.70 (software). Stony Brook, New York.
- Salick, J. 1995. Toward an integration of evolutionary ecology and economic botany: personal perspectives on plant/people interactions. *Annals Missouri Botanical Garden* 82 (1):25-33.
- Salick, J., Cellinese, N., e Knapp, S. 1997. Indigenous diversity of cassava: generation, maintenance, use and loss among the Amuesha, peruvian upper Amazon. *Economic Botany* 51:7-17.
- Sambatti, J. B. M. 1998. Erosão genética e conservação de germoplasma de mandioca na agricultura autóctone em Ubatuba. Mestrado (Dissertação), ESALQ/USP, Piracicaba (SP).
- Sambatti, J. B. M., Martins, P. S., e Ando, A. 2001. Folk taxonomy and evolutionary dynamics of

- cassava: a case study in Ubatuba, Brazil. *Economic Botany* 55 (1):93-105.
- Sanches, R. A. 2001. Caiçara communities of the southeastern coast of São Paulo state (Brazil): Traditional activities and conservation policy for the Atlantic rain forest. *Human Ecology Review* 8 (2):52-64.
- Sánchez, G. J. J., Goodman, M. M., e Rawlings, J. O. 1993. Appropriate characters for racial classification in maize. *Economic Botany* 47:44-59.
- São Paulo (Estado), ed. 1990. *Macrozoneamento do Complexo estuarino-lagunar de Iguape e Cananéia: plano de gerenciamento costeiro*. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente.
- Scarpin, E. 1992. O imaginário religioso num bairro rural de Cananéia. Mestrado (Dissertação), Antropologia Social, FFLCH, Universidade de São Paulo, São Paulo (SP). São Paulo/SP.
- Scatamacchia M.C.M. 1995. Horticultores ceramistas da costa brasileira. *Revista de Arqueologia Americana*. (8):117-158.
- Schaeffer-Novelli, Y., Mesquita, H. S. L., e Cintrón-Molera, G. 1990. The Cananéia Lagoon estuarine system, São Paulo, Brazil. *Estuaries* 13 (2):193-203.
- Schmidt, C. B. 1947. Alguns aspectos da pesca no litoral paulista. *Revista do Museu Paulista* 1:181-212.
- Schmidt, C. B., ed. 1958. *Lavoura caiçara*. 1 ed. Rio de Janeiro: Documentário da vida rural 14, Serviço de Informação Agrícola.
- Schaden, E. 1974. *Aspectos Fundamentais da Cultura Guarani*. São Paulo: EPU, EDUSP.
- Shiva, V., ed. 1996. *Future of our seeds, future of our farmers*. New Delhi: Research Foundation for Science, Technology and Natural Resources Policy.
- Sievert, A. K. 2000. Root and tuber resources: experimental plant processing and resulting microwear on chipped stone tools. In *Prehistory of agriculture: new experimental and ethnographic approaches*. Monograph 40, Institute of Archaeology, ed. P. C. Anderson. Los Angeles: University of California.
- Sillitoe, P. 1998. The Development of Indigenous knowledge: a new applied Anthropology. *Current Anthropology* 39 (2):223-252.
- Silva, R. M. 2000. Sistema reprodutivo, fluxo gênico e paternidade em rota de etnovarietades de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Tese de doutorado, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", ESALQ/USP, Piracicaba (SP).

- Silva, R. M., Bandel, G., e Martins, P. S. 2003. Mating system in an experimental garden composed of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) ethnovarieties. *Euphytica* 134:127-135.
- Silvertown, J. 1991. Dorothy's dilemma and the unification of plant population biology. *Trends in ecology and evolution*. 69 (11):346-348.
- Simões, M. F. 1971. O Museu Goeldi e a Arqueologia da Bacia Amazônica. *Antologia da Cultura Amazônica* 6:173-189.
- Sinha, S. K., e Nair, T. V. R. 1968. Studies on the variability of cyanogenic glucoside content in cassava tubers. *Indian Journal of Agricultural Science* 38 (6):958-963.
- Slatkin, M. 1977. Gene flow and genetic drift in a species subject to frequent local extinctions. *Theoretical Population Biology* 12:253-262.
- Slatkin, M. 1995. A measure of population subdivision based on microsatellite allele frequencies. *Genetics* 139:457-462.
- Sneath, P. H. A., e Sokal, R. R., eds. 1973. *Numerical taxonomy*. San Francisco: W.H. Freeman.
- Sørensen, T. 1948. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content. *Det. Kong. Danske Vidensk Biol Skr.* 5 (4):1-34.
- Spencer R.D. 1999. Cultivated plants and the codes of nomenclature - towards the resolution of a demarcation dispute. In *Taxonomy of cultivated plants: Third International Symposium*. Proceedings of the Meeting held in Edinburgh, Scotland 20-26 July 1998 ed., ed. S. Andrews, A. C. Leslie, e C. Alexander, 171-181. London: Royal Botanic Gardens, Kew.
- Spix, J. B. von, e Martius, C. F. P., eds. 1981. *Viagem pelo Brasil (1817-1820)*. 4 ed. Vol. 3. São Paulo: Itatiaia.
- SPSS for Windows. 1999. Standard Version 10.0.5.
- Stark, N., e Jordan, C. 1978. Nutrient retention by the root mat of an Amazonian rain forest. *Ecology* 59 (3):434-437.
- StatSoft, I. 1995. *STATISTICA for Windows [Computer program manual]*. Versão 5.0. Tulsa, EUA.
- Suguio, K., e Martin, L. 1978. Quaternary marine formations of the States of São Paulo and southern Rio de Janeiro. In *International Symposium on coastal evolution in the quaternary*. Special Publication ed., 55. Vol. 1. São Paulo: .
- Swift, M. J., e Anderson, J. M. 1994. Biodiversity and ecosystem function in agricultural systems.

- In *Biodiversity and Ecosystem Function*, ed. E. D. Schulze e H. A. Mooney, 15-41. Berlin: Springer-Verlag.
- Tilman, D. 1997. Biodiversity and ecosystem functioning. In *Nature's Services: societal dependence on natural ecosystems*, ed. G. C. Daly, 93-112. Washington, DC: Island Press.
- Trehane, R. P., Brickell, C. D., Baum, B. R., Hettterscheid, W. L. A., Leslie, A. C., McNeill, J., Spongberg, S. A., e Vrugtman, F., eds. 1995. *International code of nomenclature for cultivated plants*. Wimborne: Quarterjack Publishing.
- Trenbath, B. R. 1999. Multispecies cropping systems in India - Predictions of their productivity, stability, resilience and ecological sustainability. *Agroforestry Systems* 45 (1-3):81-107.
- Ugent, D., Pozorski, S. e Pozorski, T. 1986. Archaeological manioc (*Manihot*) from coastal Peru. *Economic Botany* 40: 78-102.
- Valentin, J. L., ed. 2000. *Ecologia numérica: uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos*. Rio de Janeiro: Editora Interciência.
- Vavilov, N. I., ed. 1926. *Studies on the origin of cultivated plants*. Leningrado: State Press.
- Vencovsky, R., e Coelho, A. S. G. 1999. Notas do Curso de Biometria de marcadores genéticos. Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Departamento de Genética. Piracicaba/SP.
- Viertler, R. B. 2002. Métodos antropológicos como ferramenta para estudos em Etnobiologia e Etnoecologia. In *Métodos de coleta e análise de dados em etnobiologia, etnoecologia e disciplinas correlatas*. 1 ed., ed. M. C. Amorozo, L. C. Ming, e S. P. Silva, 11-29. Rio Claro: CNPq/UNESP.
- von Oppen, A. 1999. Cassava, "The lazy man's food"? Indigenous agricultural innovation and dietary change in northwestern Zambia (ca. 1650-1970). Cap. 2 In *Changing food habits: case studies from Africa, South America and Europe*. Food in history and culture, ed. C. M. Counihan e S. L. Kaplan. 1 ed., ed. C. Lentz, 43-71. Vol. 2. Amsterdam: Harwood Academic Publishers.
- Wagley, C., ed. 1953. 1976. *Amazon Town. A study of man in the Tropics. With a new chapter by Darrel L. Miller*. London: Oxford University Press.
- Walker, D. 1989. Diversity and stability. In *Ecological concepts. The contribution of ecology to an understanding of the Natural World*, ed. J. M. Cherrett, 115-145. Oxford: Blackwell.

- Weir, B. S., ed. 1996. *Genetic Data Analysis II: Methods for discrete population genetic data*. Sunderland: Sinauer Associates.
- Wilson, M. W., e Dufour, D. L. 2002. Why "bitter" cassava? Productivity of "bitter" and "sweet" cassava in Tukanoan Indian settlement in the Northwest Amazon. *Economic Botany* 56 (1):49-57.
- Wilson, W. M. 2003. Cassava (*Manihot esculenta* Crantz), cyanogenic potential, and predation in Northwestern Amazonia: The Tukanoan perspective. *Human Ecology* 31 (3):403-416.
- Winther, J., Rodrigues, E. P. F., e Maricondi, M. I. 1989. A ocupação caiçara e os terrenos de marinha - terras de pescador. Programa de Pesquisa e Conservação de áreas úmidas/Fundação Ford/UICN/IAMÁ, São Paulo. (relatório).
- Wood, D., e Lenné, J. M. 1997. The conservation of agrobiodiversity on-farm: questioning the emerging paradigm. *Biodiversity and Conservation* 6:109-129.
- Wright, S. 1931. Evolution in mendelian populations. *Genetics* 16:97-159.
- Wright, S. 1951. The genetical structure of populations. *Annual Eugenics* 15:223-354.
- Wright, S., ed. 1978. *Evolution and the genetics of populations: variability within and among natural populations*. Chicago: University of Chicago Press.
- Wright, S., 1965. The interpretation of population structure by F-statistic with special regard to systems of mating. *Evolution* 19: 395-420.
- Zimmerer, K. S. 1998. The ecogeography of Andean potatoes. *BioScience* 48 (6):445-454.
- Zimmerer, K. S. 1999. Overlapping patchworks of mountain agriculture in Peru and Bolivia: toward a regional-global landscape model. *Human Ecology* 27 (1):135-165.
- Zimmerer, K. S., e Douches, D. S. 1991. Geographical approaches to crop conservation: the partitioning of genetic diversity in Andean Potatoes. *Economic Botany* 45 (2):176-189.

ANEXOS

Apêndice 1. Roteiros de entrevistas semi-estruturadas para coleta de dados.

R1. - Roteiro de entrevistas para agricultura itinerante padrão para Vale do Ribeira e Rio Negro.

Local:	Data:	Agricultor:
GPS:	Idade:	Origem (tempo no local):

1. Atualmente, o(a) sr(a) planta roça? Não () Sim ()

2. Além de trabalhar na roça, o que o(a) sr(a) faz?

3. Quem trabalha na roça junto com o(a) sr(a)?

() filhos () netos () irmãos () pais () outros:.....

4. Sobre a roça:

4.1 Quantas roças o senhor tem e qual o tamanho de cada uma?

4.2 Como é feita a escolha da área?

4.3 O local da roça : () é o mesmo todos os anos? () muda todos os anos

4.4 Quantos anos o senhor usa o local para a roça?

4.5 Quanto tempo de pousio?

4.6 O senhor retorna a roças abandonadas? Por que?

Quais as espécies e variedades cultivadas atualmente (planilha).

5. Plantio:

5.1 Há uso de insumos ou implementos agrícolas? Quais?

5.2 Qual a época de preparo do terreno: Ativ. M() F() ambos ()

5.3 Qual a época de plantio? Ativ. M() F() ambos ()

5.4 Qual a disposição das culturas na roça? Consorciado () Separadas ()

5.5 Qual a época de colheita? Ativ. M() F() ambos ()

6 Abandonou alguma cultura? Por que deixou de plantar, ou perdeu a muda?

6.1 Aumentou a proporção de alguma variedade? Por que?

7 Por que planta mais de uma variedade?

8 Quanto a mandioca:

8.1 Já observou fruta/semente? () sim ()

8.2 Qual a época que dá fruta (que mês madura)?

8.3 Já observou semente germinar? () sim () não

8.4 germinação varia entrecada variedade?

8.5 Semente germina quando?

() após a limpeza do terreno () após o plantio () na seca () nas chuvas

8.6 Na roça atualmente existem indivíduos que germinaram? (estimar frequência)

8.7 Eles podem ser usados para consumo?

8.8 Podem ser usados para replantar?

8.9 Já plantou semente?

8.10 Conhece alguém que planta (já plantou) semente?

R2. Roteiro de entrevista padrão utilizado por Peroni e Hanazaki (2002).

AGRICULTURA ITINERANTE

Local:

Data:

Agricultor:

1. Atualmente, o(a) sr(a) planta roça? Não () Sim ()

2. No passado o(a) sr(a) trabalhou na roça? Não () Sim ()

2.1. Além de trabalhar na roça, o que o(a) sr(a) fazia?

2.2. Por quê diminuiu a sua atividade na roça? Desde quando?

3. O(A) sr(a) pretende voltar a plantar? Por que e quando?

4. Quem trabalha na roça junto com o(a) sr(a)?

() filhos () netos () irmãos () pais () outros:.....

5. Como é feita a divisão da produção?

6. Sobre a roça:

6.1. Quantidade:

6.2. Tamanho:

6.3. Espécies e variedades cultivadas atualmente (planilha).

7. Plantio: Como é feita a escolha da área?

7.1. Uso insumos ou implementos agrícolas? Quais?

7.2. Época de preparo do terreno: Atividade M() F() ambos ()

7.3. Época de plantio: Atividade M() F() ambos ()

7.4. Disposição das culturas na roça Consorciado () Separadas ()

7.5. Época de colheita: Atividade M() F() ambos ()

7.8. Tempo de pousio:

8. Retorna a roças abandonadas? Por que?

9. O que o(a) sr(a) já plantou no passado?

10. Por que deixou de plantar, ou perdeu a muda? Aumentou a proporção de alguma variedade? Por que?

11. Por que planta mais de uma variedade?

R3. Roteiro para mapeamento participativo

Data :	Informante:
Local	
GPS:	
1) Nome local da área	
2) Categoria:	
3) Uso atual:	
4) Uso passado:	
5) Tempo de uso:	
6) Tempo de não uso (pousio):	
7) Motivo de uso (não uso):	
8) Critério de acesso:	
9) Espécies indicadoras e características:	
10) Altura estimada da vegetação:	
11) Nome do solo e características:	
12) Outras características. (declividade, umidade).	

R4. Modelo de questionário utilizado para compilação das características das variedades de mandioca.

Local:	Data		GPS:		Agricultor:	
Nome da variedade ¹	P	C	Local de origem	Ano de origem	Usos	Outras características

1- B=brava; A=aipim; P=época de plantio; C=época de colheita

Apêndice 2. Tabela das médias das variáveis de solo das roças classificadas em 3 classes de idade.

Classes		PH	MO	P	K	CA	MG	HAL	AR	ARG	V
0 a 12	N	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	Média	4,33	43,17	15,83	1,35	23,08	7,00	75,92	86,75	7,67	28,33
	Soma	51,90	518,00	190,00	16,20	277,00	84,00	911,00	1041,00	92,00	340,00
	Mínimo	3,40	13,00	3,00	0,40	1,00	1,00	13,00	69,00	0,00	4,00
	Máximo	6,20	97,00	72,00	2,60	170,00	30,00	205,00	100,00	22,00	94,00
	Desvio padrão	0,86	30,28	20,66	0,77	46,64	7,84	63,73	10,33	6,67	27,57
	Kurtosis	0,29	-0,66	4,99	-1,30	11,51	7,80	-0,34	-0,41	0,54	1,59
	Skewness	1,09	0,95	2,23	0,57	3,37	2,65	0,91	-1,00	1,25	1,43
13 a 24	N	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	Média	3,86	53,56	12,19	0,84	10,44	5,63	107,06	87,56	6,00	22,19
	Soma	61,80	857,00	195,00	13,40	167,00	90,00	1713,00	1401,00	96,00	355,00
	Mínimo	2,90	17,00	2,00	0,20	1,00	2,00	20,00	45,00	2,00	2,00
	Máximo	5,00	163,00	65,00	2,50	26,00	15,00	654,00	94,00	27,00	62,00
	Desvio padrão	0,64	38,69	15,67	0,76	8,32	4,06	156,87	12,41	6,54	19,15
	Kurtosis	-0,07	3,29	9,28	0,66	-0,15	0,14	11,09	10,20	7,70	0,16
	Skewness	0,89	1,69	2,84	1,42	1,01	1,01	3,19	-3,07	2,82	1,20
25 +	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	Média	3,45	48,00	7,63	0,56	5,13	2,25	138,00	80,50	12,75	8,63
	Soma	27,60	384,00	61,00	4,50	41,00	18,00	1104,00	644,00	102,00	69,00
	Mínimo	3,00	16,00	2,00	0,30	1,00	2,00	38,00	60,00	4,00	2,00
	Máximo	3,80	156,00	36,00	1,40	12,00	4,00	529,00	92,00	28,00	15,00
	Desvio padrão	0,27	52,76	11,53	0,36	3,44	0,71	170,35	15,37	10,65	4,03
	Kurtosis	-0,39	1,74	7,75	5,12	1,44	8,00	4,79	-2,16	-1,75	0,02
	Skewness	-0,08	1,71	2,77	2,18	1,15	2,83	2,18	-0,66	0,75	-0,02
Total	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
	Média	3,93	48,86	12,39	0,95	13,47	5,33	103,56	85,72	8,06	21,22
	Soma	141,30	1759,00	446,00	34,10	485,00	192,00	3728,00	3086,00	290,00	764,00
	Mínimo	2,90	13,00	2,00	0,20	1,00	1,00	13,00	45,00	0,00	2,00
	Máximo	6,20	163,00	72,00	2,60	170,00	30,00	654,00	100,00	28,00	94,00
	Desvio padrão	0,73	38,83	16,59	0,75	27,70	5,45	134,78	12,45	7,87	21,29
	Kurtosis	1,55	1,87	6,29	-0,09	31,31	11,59	9,64	2,38	1,22	2,83
	Skewness	1,35	1,52	2,51	1,12	5,44	2,99	2,99	-1,73	1,60	1,77

Apêndice 4. Indivíduos das variedades de mandioca coletadas, e suas respectivas origens. Legenda: ¹ Mesma sigla adotada para a análise morfológica e genética (capítulos 4 e 5). Para algumas variedades foram coletadas apenas folhas, assim não há a sigla “SSR”; ² Unidade familiar de origem do indivíduo; ³ Classificação: A = aipim, e M = mandioca. ⁵ S/N – variedade sem nome definido.

Sigla SSR ¹	ETNOVARIEDADE	MUNICÍPIO	COMUNIDADE	AGRIC ² .	CLASS. ³
11	São Pedro Branca	Cananéia	Agrossolar	ANT	M
12	Aipim Manteiga Amarelo (Do Quintal - Caminho)	Cananéia	Agrossolar	ANT	A
13	Aipim Vassourinha	Cananéia	Agrossolar	ANT	A
14	Aipim Manteiga Amarelo (Diferente Do Roxo)	Cananéia	Agrossolar	ANT	A
15	Aipim 5 Minuto	Cananéia	Agrossolar	ANT	A
16	Uvuna	Cananéia	Agrossolar	ANT	M
17	Aipim Branco	Cananéia	Agrossolar	ANT	A
18	Mandipóia (Legítima)	Cananéia	Agrossolar	ANT	M
19	Aipim Maneiga (Da Filha)	Cananéia	Agrossolar	ANT	A
20	Imperial (Da Preta)	Cananéia	Agrossolar	ANT	M
21	Franciscana	Cananéia	Agrossolar	ANT	M
22	Aipim Manteiga Do Amarelo (Da Roça)	Cananéia	Agrossolar	ANT	A
23	Perna De Perdiz	Cananéia	Agrossolar	ANT	M
24	Perna De Perdiz (2)	Cananéia	Agrossolar	ANT	M
25	Uvuna Roxa	Cananéia	Agrossolar	ANT	M
26	Imperial 2	Cananéia	Agrossolar	ANT	M
86	Aipim (Sem Nome)	Cananéia	Agrossolar	ANT	A
86	Aipim "Nunca Viu"	Cananéia	Agrossolar	ANT	A
103	Aipim (Sem Nome 2)	Cananéia	Agrossolar	ANT	A
107	Mandipóia (Da Tapera)	Cananéia	Agrossolar	ANT	M
145	S/N5 ⁵	Cananéia	Ilha do Cardoso	JCA	A
146	S/N3	Cananéia	Ilha do Cardoso	JCA	A
147	S/N2	Cananéia	Ilha do Cardoso	JCA	A
148	S/N4	Cananéia	Ilha do Cardoso	JCA	A
149	Aipim Roxo "Com Talo Verde"	Cananéia	Ilha do Cardoso	JCA	A
150	S/N1	Cananéia	Ilha do Cardoso	JCA	A
151	Aipim Roxo	Cananéia	Ilha do Cardoso	JCA	A
152	Cascuda	Cananéia	Ilha do Cardoso	JCA	M
153	Mandioca De Goma	Cananéia	Ilha do Cardoso	JCA	M
154	(S/N3)Aipim Roxo (Do Talo Verde -Sic)	Cananéia	Ilha do Cardoso	JCA	A
139	Aipim Rosa	Cananéia	Prainha	EVA	A
140	Mandipóia	Cananéia	Prainha	EVA	M
141	Aipim Manteiga	Cananéia	Prainha	EVA	A
142	Aipim Branco	Cananéia	Prainha	EVA	A
143	Vassourinha	Cananéia	Prainha	EVA	A
144	Franciscana	Cananéia	Prainha	EVA	M
46	Aipim 5 Minuto	Cananéia	São Paulo Bagre	JOV	A
47	Ruivinha	Cananéia	São Paulo Bagre	JOV	M
48	Rama Preta	Cananéia	São Paulo Bagre	JOV	M
49	Rama Vermelha	Cananéia	São Paulo Bagre	JOV	M

Cont.

50	Mandipóia	Cananéia	São Paulo Bagre	JOV	M
51	Rama Branca	Cananéia	São Paulo Bagre	JOV	M
52	Imperial	Cananéia	São Paulo Bagre	JOV	M
53	Aipim S/N1	Cananéia	Vila Nova	MIG	A
54	Cascudinha	Cananéia	Vila Nova	MIG	M
55	Aipim Branco	Cananéia	Vila Nova	MIG	A
56	Aipim Pão De Ló (Aipim Cor De Rosa; Aipim Amarelo)	Cananéia	Vila Nova	MIG	A
56	Aipim Amarelo	Cananéia	Vila Nova	MIG	A
57	Jurema	Cananéia	Vila Nova	MIG	M
58	Imperial Branca Da Raiz Preta	Cananéia	Vila Nova	MIG	M
115	Cascuda Amarela	Cananéia	Vila Nova	MIG	M
85	Aipim Manteiga	Cananéia	Sorocabinha	PED	A
87	Aipim Roxinha	Cananéia	Sorocabinha	PED	A
89	Aipim Rosa	Cananéia	Sorocabinha	PED	A
92	Aipim Roxo	Cananéia	Sorocabinha	PED	A
99	Aipim Vassourinha	Cananéia	Sorocabinha	PED	A
100	Aipim Branco	Cananéia	Sorocabinha	PED	A
88	Aipim Rosa	Cananéia	Subaúma	AND	A
93	Aipim Vassourinha 2	Cananéia	Subaúma	AND	A
98	Aipim Amarelo	Cananéia	Subaúma	AND	A
102	Aipim Rama Branca	Cananéia	Subaúma	AND	A
104	Aipim Vassourinha	Cananéia	Subaúma	AND	A
90	Aipim Branco	Cananéia	Subaúma	DUV	A
91	Aipim Roxo (Rosa)	Cananéia	Subaúma	DUV	A
94	Aipim Preto	Cananéia	Subaúma	JOA	A
97	Aipim Amarelo	Cananéia	Subaúma	JOA	A
95	Aipim Pão	Cananéia	Subaúma	JOA	A
61	Aipim S/N1	Iguape	Aquarius	ALC	A
62	Jurema	Iguape	Aquarius	ALC	M
63	Aipim Peruíbe	Iguape	Aquarius	ALC	A
96	Aipim Paulista (Cacau Em Minas)	Iguape	Aquarius	ALC	A
130	Vassourinha Branca	Iguape	Aquarius	ALC	A
78	Aipim Vassourinha	Iguape	Aquarius	BNT	A
79	Aipim Roxo	Iguape	Aquarius	BNT	A
80	Jurema	Iguape	Aquarius	BNT	M
81	Aipim Amarelo	Iguape	Aquarius	BNT	A
82	Mandiocoçu	Iguape	Aquarius	BNT	M
83	Aipim Paulista	Iguape	Icapara	AGO	A
84	Antônio Do Baixo	Iguape	Icapara	AGO	A
131	Jurema	Iguape	Icapara	AGO	M
132	Aipim Jeremia	Iguape	Icapara	AGO	A
133	Aipim Branco	Iguape	Icapara	AGO	A
134	Cascuda	Iguape	Icapara	AGO	M
64	Penajú	Iguape	Icapara	BER	M
65	Cascuda	Iguape	Icapara	BER	M
66	Imperial Branca	Iguape	Icapara	BER	M
67	Aipim 5 Minuto	Iguape	Icapara	BER	A
68	Cascudinha	Iguape	Icapara	BER	M

Cont.

-	Jurema	Iguape	Icapara	BER	M
-	Imperial Da Raiz Branca	Iguape	Icapara	BER	M
71	Cascuda	Iguape	Icapara	EUR	M
72	Aipim 5 Minuto	Iguape	Icapara	EUR	A
73	Rama De Espinho	Iguape	Icapara	EUR	M
74	Três Galhos	Iguape	Icapara	EUR	M
135	Imperial Da Raiz Branca (Mandipóia)	Iguape	Icapara	EUR	M
136	Imperial Da Raiz Preta (Mandipóia)	Iguape	Icapara	EUR	M
137	Jurema	Iguape	Icapara	EUR	M
138	Aipim Chile	Iguape	Icapara	EUR	A
69	Três Galhos	Iguape	Icapara	MAR	M
70	Ipi 15 Minuto	Iguape	Icapara	MAR	A
108	Ipi S/N 1	Iguape	Icapara	MAR	A
109	Aipim Branco	Iguape	Icapara	MAR	A
110	Vassourinha	Iguape	Icapara	MAR	A
111	Jurema, Maria Pretinha	Iguape	Icapara	MAR	M
112	Ipi S/N 2	Iguape	Icapara	MAR	A
122	Jurema	Iguape	Icapara	MAT	M
123	Imperial Da Raiz Branca	Iguape	Icapara	MAT	M
124	Antônio Do Baixo	Iguape	Icapara	MAT	A
125	Aipim S/N1	Iguape	Icapara	MAT	A
126	Amarelinha	Iguape	Icapara	MAT	A
127	Aipim 5 Minuto	Iguape	Icapara	MAT	A
128	Penajú	Iguape	Icapara	MAT	M
59	Aipim 5 Minuto	Iguape	Praia do Leste	JOS	A
60	Aipim Mandioca Amarela	Iguape	Praia do Leste	JOS	A
120	Aipim Rosa (Cacau)	Iguape	Praia do Leste	JOS	A
121	Aipim Vassourinha	Iguape	Praia do Leste	JOS	A
117	Aipim S/N1	Iguape	Praia Grande	DIT	A
118	S/N4	Iguape	Praia Grande	DIT	A
119	S/N3	Iguape	Praia Grande	DIT	M
116	Jurema	Iguape	Praia Grande	DIT	M
-	S/N5	Iguape	Praia Grande	DIT	M
76	Mandioca Negra (Rama Preta)	Iguape	Vila Nova	ATO	M
77	Jurema	Iguape	Vila Nova	ATO	M
27	Aipim Casela	Ilha Comprida	Juruvaúva	TEO	A
28	Mandipóia	Ilha Comprida	Juruvaúva	TEO	M
29	Cascuda	Ilha Comprida	Juruvaúva	TEO	M
30	Aipim Vassourinha	Ilha Comprida	Juruvaúva	TEO	A
31	Aipim Preto	Ilha Comprida	Juruvaúva	TEO	A
32	Mata Negro	Ilha Comprida	Juruvaúva	TEO	M
33	Aipim Minuto	Ilha Comprida	Juruvaúva	TEO	A
8	Cascuda	Ilha Comprida	Juruvaúva	TEW	M
9	Aipim Preto	Ilha Comprida	Juruvaúva	TEW	A
10	São Pedro Branca	Ilha Comprida	Juruvaúva	TEW	M
35	Mata Negro	Ilha Comprida	Juruvaúva	TEW	M
36	Aipim Minuto	Ilha Comprida	Juruvaúva	TEW	A
37	Mandipóia	Ilha Comprida	Juruvaúva	TEW	M

Cont.

38	Aipim Vassourinha	Ilha Comprida	Juruvaúva	TEW	A
39	Aipim Casela	Ilha Comprida	Juruvaúva	TEW	A
105	Aipim Preto	Ilha Comprida	Pedrinhas	BEN	A
34	Aipim Selvage	Ilha Comprida	Pedrinhas	BEN	A
40	Mandipóia (Legítima)	Ilha Comprida	Pedrinhas	BEN	M
41	Mata Negro (Branca)	Ilha Comprida	Pedrinhas	BEN	M
42	Mata Negro Mestiçada	Ilha Comprida	Pedrinhas	BEN	M
43	Aipim Cacau	Ilha Comprida	Pedrinhas	BEN	A
44	Aipim Preto	Ilha Comprida	Pedrinhas	BEN	A
45	Cascuda Preta	Ilha Comprida	Pedrinhas	BEN	M
1	Cacau Rosa	Ilha Comprida	Ubatuba	GON	A
2	Caterina	Ilha Comprida	Ubatuba	GON	M
3	Roxinha	Ilha Comprida	Ubatuba	GON	M
4	S/N	Ilha Comprida	Ubatuba	GON	M
5	Platina	Ilha Comprida	Ubatuba	GON	M
6	Mata Negro (Cabeça De Negro)	Ilha Comprida	Ubatuba	GON	M
7	Pororoca	Ilha Comprida	Ubatuba	GON	M
101	Roxa (Sem Nome)	Ilha Comprida	Ubatuba	GON	M
114	De Semente (Indivíduo Jovem)	Ilha Comprida	Ubatuba	GON	SA
113	Rosa (Sem Nome)	Ilha Comprida	Ubatuba	GON	A

Apêndice 5. Indivíduos coletados das variedades de mandioca cultivadas entre 33 unidades familiares de agricultores caboclos entre os municípios de Manaus e Barcelos (AM).

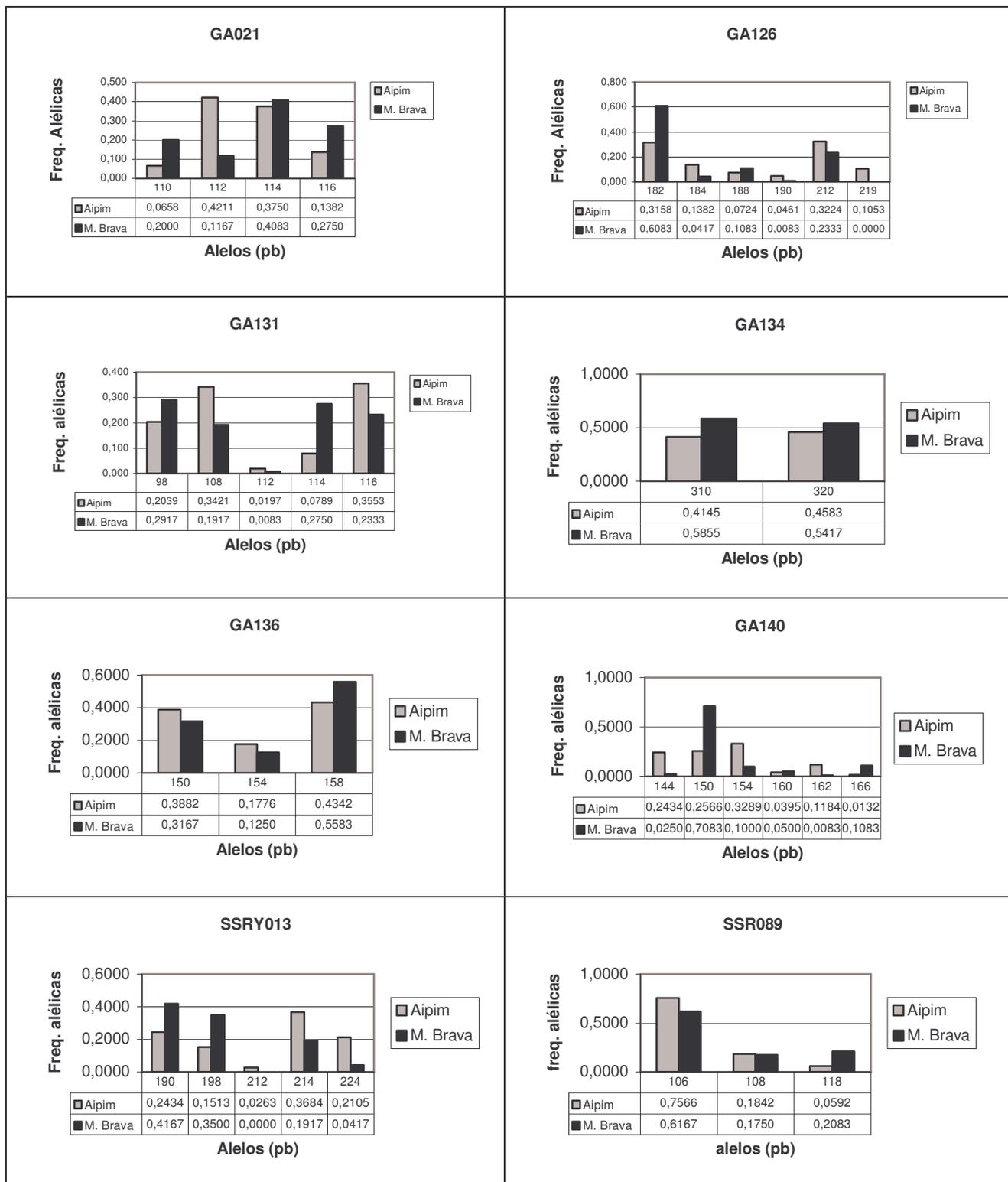
No	Nome	Comunidade	Agricultor
1	Marajá "original"	Aracari	NER
2	Marajá "cruzada"(2)	Aracari	NER
3	Marajá "cruzada"(1)	Aracari	NER
4	Sem nome	Aracari	NER
5	Curimém	Aracari	NER
6	Batatinha	Aracari	NER
7	Bolotão	Aracari	ORL
8	Ponta branca	Aracari	ORL
9	Nará	Aracari	ORL
10	Marajá	Aracari	ORL
11	Açaizinha	Aracari	ORL
12	Zé Guilherme	Aracari	ORL
13	Roxinha	Aracari	ORL
14	Camarão	Aracari	ORL
15	Mata Porco	Cachoeira do Paricatuba	AMR
16	Cavala	Cachoeira do Paricatuba	AMR
17	Macaxera Branca	Cachoeira do Paricatuba	AMR
18	Roxinha	Cachoeira do Paricatuba	AMR
19	6 meses	Cachoeira do Paricatuba	AMR
20	Flecha	Cachoeira do Paricatuba	AMR
21	4 meses	Cachoeira do Paricatuba	AMR
22	Andorinha	Cachoeira do Paricatuba	ELA
23	Olho Roxo	Cachoeira do Paricatuba	EMI
24	Roxinha	Cachoeira do Paricatuba	EMI
25	Macaxera s/nome	Cachoeira do Paricatuba	MAD
26	Macaxera Açai	Cachoeira do Paricatuba	MAD
27	Macaxera Pacaré	Cachoeira do Paricatuba	MAD
28	"de semente"	Cachoeira do Paricatuba	VAL
29	Nará	Castanho	TER
30	Varejão	Castanho	TER
31	Flecha	Castanho	TER
32	Mata Porco	Foz Jaú	DIN
33	Viúva mansa	Lago das Pedras	JON
34	Camarão "de semente"	Lago das Pedras	JON
35	6 meses	Lago das Pedras	JON
36	Samauminha	Lago das Pedras	JON
37	Nará	Lago das Pedras	JON
38	Caroço	Lago das Pedras	JON
39	Aroari "de semente"	Lago das Pedras	JON
40	Macaxera Amarela	Lago das Pedras	JON
41	Aroari	Lago das Pedras	JON
42	Negona	Lago das Pedras	JON
43	Negona "de semente"	Lago das Pedras	JON
44	Camarão	Lago das Pedras	JON
45	Amânsia	Lago das Pedras	SBT (Unini)
46	Macaxera Manteiga	Lago das Pedras	SBT (Unini)
47	Samauminha	Lago das Pedras	SBT (Unini)

Cont.			
48	Macaxera Peruana	Lago das Pedras	SBT (Unini)
49	Camarão	Puduari	NON
50	Curimem	Puduari	NON
51	Aroari	Puduari	NON
52	Nará	Puduari	NON
53	Pretinha	Puduari	NON
54	Jabuti	Puduari	REN
55	Varejão	Puduari	REN
56	Piranguinha	Saracá	ELI
57	Branquinha	Saracá	ELI
58	Ribeiro	Saracá	ELI
59	Orana	Saracá	ELI
60	Mata Porco	Saracá	JOA
61	Macaxera Juruti	Sto Elias	ANT
62	Zé Guilherme	Sto Elias	ANT
63	Macaxera Peruana	Sto Elias	ANT
64	Flecha	Sto Elias	ANT
65	Amarelinha/Branquinha	Sto Elias	MAR
66	Macaxera Pão	Sto Elias	MAR
67	Roxinha	Sto Elias	MAR
68	Macaxera Juruti	Sto Elias	MAR
69	Macaxera Açai	Sto Elias	MAR
70	Jabuticaba	Sto Elias	SEB
71	Macaxera Manteiga	Sto Elias	SEB
72	Batatinha	Sto Elias	SEB
73	Do Arini	Sto Elias	SEB
74	Macaxera Vinagre	Terra Preta	DOR
75	Macaxera "comum"	Terra Preta	DOR
76	Macaxera Manteiga	Terra Preta	DOR
77	Mata Porco	Terra Preta	DOR
78	Curimã roxa	Terra Preta	DOR
79	Piranguinha	Terra Preta	DOR
80	Macaxera Preta	Terra Preta	DOR
81	Jaí	Terra Preta	DOR
82	Macaxera Vinagre Clara	Terra Preta	DOR
83	Mirão	Terra Preta	DOR
84	Ribeiro Junior	Terra Preta	DOR
85	Curimã	Terra Preta	DOR
86	Macaxera Peruana	Terra Preta	DOR
87	Nará	Terra Preta	MRZ
88	Roxinha	Terra Preta	MRZ
89	Ártia Grande	Terra Preta	RIT
90	Castanhinha	Terra Preta	RIT
91	Batatinha	Terra Preta	RIT

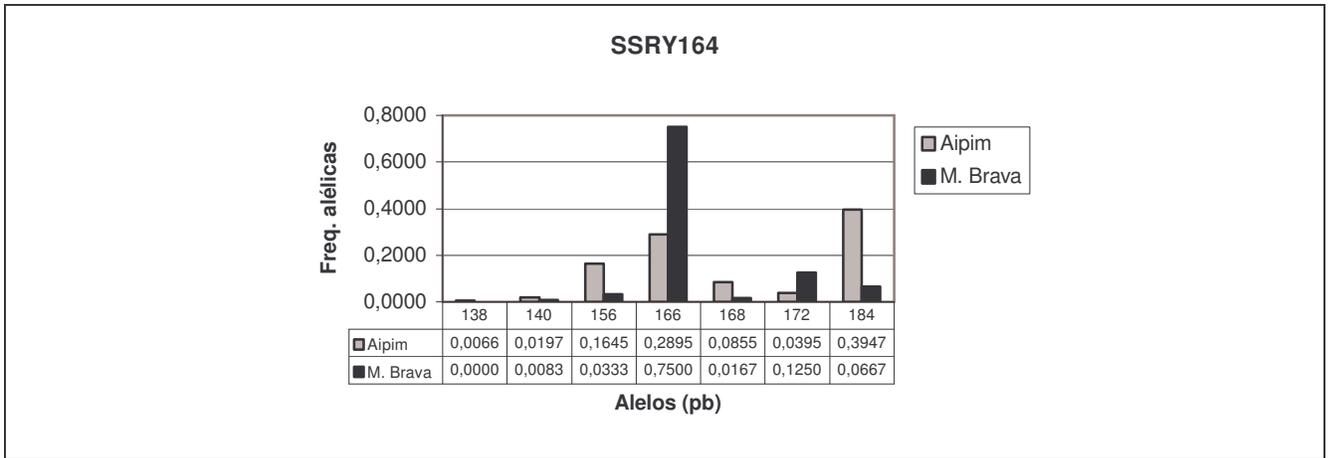
Apêndice 6. Médias das 5 variáveis quantitativas avaliadas na caracterização morfológica de variedades de mandioca em condições experimentais (ex situ). NLF: número de lóbulos foliares; COP: comprimento do pecíolo; CLM: comprimento do lóbulo médio; LLM: largura do lóbulo médio; CFI: comprimento da filotaxia. Todas as variáveis medidas em centímetros.

USO		NLF	COP	CLM	LLM	CFI
Aipim	N	58	58	58	58	58
	Amplitude	4,00	27,89	9,60	5,40	4,00
	Média	6,62	24,40	16,78	4,48	6,52
	Desvio padrão	0,84	5,58	1,93	1,17	1,09
	Valor mínimo	5,00	14,50	13,20	1,24	5,00
	Valor máximo	9,00	42,39	22,80	6,64	9,00
Madioca-brava	N	57	57	57	57	57
	Amplitude	4,50	30,63	9,07	6,91	8,67
	Média	6,78	27,40	17,28	5,12	7,62
	Desvio padrão	1,11	7,66	2,27	1,08	1,72
	Valor mínimo	4,33	12,94	12,80	1,58	5,00
	Valor máximo	8,83	43,58	21,87	8,49	13,67
Total	N	115	115	115	115	115
	Amplitude	4,67	30,63	10,00	7,24	8,67
	Média	6,70	25,89	17,03	4,80	7,07
	Desvio padrão	0,98	6,83	2,11	1,16	1,53
	Valor mínimo	4,33	12,94	12,80	1,24	5,00
	Valor máximo	9,00	43,58	22,80	8,49	13,67

Apêndice 7. Histogramas das frequências alélicas dos 9 locos de SSR, estimadas para o grupo dos “aipims” e “mandiocas-bravas”. O eixo Y indica a frequência alélica e o eixo X indica o número do alelo (em pares de bases).



Cont.



Apêndice 8. Resumos de publicações relacionadas à tese.

PERONI, N. 2002. Métodos quantitativos em Etnobiologia: introdução ao uso de métodos multivariados. In: AMOROZO, Maria Christina de Mello; MING, Lin Chau. (Org.). Métodos de coleta e análise de dados em etnobiologia, etnoecologia e disciplinas correlatas, Rio Claro, UNESP/CNPq.

RESUMO

O objetivo deste artigo é despertar o interesse pelo uso de análises multivariadas para dados quantitativos que envolvam variáveis que expressam alguma relação, no sentido amplo, entre homem e ambiente, tratada pelas especificidades das abordagens da etnobotânica, da etnobiologia, da etnoecologia e da ecologia humana. Em especial serão destacados trabalhos centrados nas relações entre homem e espécies vegetais, devido ao maior número publicações nesta linha. Não é o objetivo deste artigo fazer uma abordagem centrada em recursos vegetais tal como apontado por Phillips (1996), mas mostrar o desenvolvimento do uso das técnicas que aqui são destacadas. O texto não tem a pretensão de ser uma ampla revisão de uso de análises de dados nas áreas mencionadas, mas sim uma breve introdução sobre o tema, com a intenção de contribuir com a literatura em português sobre o assunto. Destaque será dado não só aos métodos, mas também aos principais pacotes estatísticos disponíveis, algumas de suas limitações, e informações disponíveis na Internet. O autor recomenda fortemente o aprofundamento no uso destes métodos através da literatura citada.

CONSERVATION OF CROP DIVERSITY IN A BRAZILIAN HOTSPOT: NETWORK EXCHANGES OF MANIOC VARIETIES. PERONI, NIVALDO and Paulo Y. Kageyama. (Annals of the 16^o REUNIÃO ANUAL DA SOCIETY FOR CONSERVATION BIOLOGY, 2002, Canterbury, England)

In the Atlantic Forest, a Brazilian hotspot, the human influences on conservation and amplification of crop diversity are poorly known. The objective of this paper is to study the relations among swidden agriculturists from southeastern Atlantic Forest (caícaras), concerning the maintenance, loss and exchange of manioc varieties (*Manihot esculenta* Crantz), the main crop cultivated. We performed interviews and plot visits in 33 swidden agriculturists' households concerning the manioc varieties cultivated and others that have been lost. Data was analyzed through multivariate methods including PCO and TWINSPLAN. We found a broad distribution of the 88 varieties along the studied region, covering a 120Km transect, which resulted in scattered households. Nevertheless, there are indications of small groups separated by preferences on some varieties, such as the sweet ones, as well as small groups related through neighborhood and kinship. The conservation of varieties occurs in a regional scale, with the network exchange acting as a buffer. The loss of crop diversity indicates the urgency of strategies towards the maintenance of this diversity and of the knowledge tied to the caicara agricultural systems, calling for specific strategies and policies to avoid the loss of their agricultural legacy.

KNOWLEDGE AND USE OF BIODIVERSITY IN BRAZILIAN HOT SPOTS. Alpina Begossi, Natalia Hanazaki and Nivaldo Peroni. *Environment, Development and Sustainability*, 2(3-4):177-193, 2001.

Hot spots in Brazil include a variety of ecosystems, such as mangroves, forests, and the Brazilian savannah, locally called *cerrado*. Some of the rural populations in these hot spots are the caíçaras in SE Atlantic Forest coast, and the caboclos in the Amazon. In this study, we are concerned especially with the knowledge of caíçaras and caboclos, associated with practices that might have implications for management. Data were gathered through interviews with adults at the various communities studied, and through systematic observations, including samples of fishing trips and the mapping of fishing spots used in the Atlantic Forest coast. The use of resources from the surrounding vegetation includes collection of plants, cultivated fruit gardens, the swidden system, and a careful and managed extraction of fibres. Among animal resources, food taboos seem to be useful practices that might contribute to the maintenance of local natural resources. Potential management practices should be locally developed, such as the informal division of fishing spots in Atlantic Forest sites, and the maintenance of the diversity of cassava varieties in both the Atlantic Forest and Amazonian areas.

PLANTS TO EAT AND TO HEAL IN THE ETHNOBOTANY OF NATIVE INHABITANTS FROM THE AMAZON AND THE ATLANTIC FOREST (BRAZIL).

Authors: HANAZAKI, N., PERONI, N., BEGOSSI, A. In: Pieroni, A (ed.). Handbook of Medicinal Food. Haworth Press, p.54-73. 2003 (in press).

Abstract

Ethnobotanical studies often deal with predefined categories of use, in order to have comparable data between different surveys, and to understand the importance of the plant resources for a given population. However, there are some species that lies in the threshold of these predefined categories, fitting into two or more categories at the same time. Several plants used for food are also important medicinal resources, and vice versa. Here we explore the plants useful as food and medicine in three Brazilian regions: the Atlantic Rain forest, the Araguaia river (Brazilian savannah) and the Negro River (Amazon forest). Data was collected through interviews with 433 native residents, whose livelihood is based mainly on fisheries and small scale agriculture. In the Araguaia River, 24 plants used for food are also used for medicine (18%), and in the Negro River, 19 (18%). In the Atlantic forest, approximately a half of the species that were mentioned as used for food were also used for medicine. These species include common fruits, such as guava (*Psidium guajava*), avocado (*Persea americana*), orange (*Citrus sinensis*), and papaya (*Carica papaya*). Among the native species, many are used as food and medicine, such as bacuparí (*Garcinia gardneriana*) and cambucá (*Marlierea edulis* Nied.) in the Atlantic Forest, inharé (*Licania gardnerii*) and pequí (*Caryocar brasiliense*) in the Araguaia River, and açai (*Euterpe precatoria*) in the Rio Negro. Most of these species has edible fruits, but frequently the shoots, roots, or leaves are used as medicine. Although some plants are collected from the forest, the majority of these species has some degree of dependence on the anthropogenic environment.

SATÉLITES E MICROSSATÉLITES, INTEGRANDO ESCALAS EM ETNOBOTÂNICA.

Nivaldo Peroni. Anais do 54º CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA – Belém, PA, 13 a 18 de julho de 2003, p.239-240.

Problemas metodológicos têm sido enfrentados por todo tipo de disciplina científica, especialmente entre aquelas que são denominadas como multidisciplinares ou mesmo aquelas disciplinas consideradas “jovens”. A Etnobotânica certamente está entre elas enfrentando desafios metodológicos, sendo que no Brasil os avanços têm sido consideráveis nos últimos anos resultado de esforços de um número crescente de etnobotânicos. Sob certo aspecto as questões relacionadas ao uso (e desuso) de abordagens qualitativas ou quantitativas tem dominado algumas discussões sobre o assunto (Begossi 1998, Albuquerque 2002, Amorozo et al. 2001). Sob um olhar multidisciplinar o uso de diferentes metodologias de diferentes disciplinas pode ser um bom referencial de estudo quando se enfoca questões de mudança no uso de plantas especialmente importantes em estratégias de conservação (Cunningham 2001). No contexto de estudo de mudanças no uso de plantas, de manejo de espécies cultivadas ou extrativas, e mesmo no uso de paisagens antrópicas, a integração de escalas de análise têm sido apontado por alguns autores como um bom referencial para se compreender mudanças em escalas de tempo longas (Cunningham 2001). Cabe destacar que populações de espécies sofrem mudanças no nível genético acarretadas por mudanças nas formas de manejo, e em certos aspectos por mudanças no uso de ambientes em escalas diferentes nas quais as populações das espécies estão estruturadas.

Between the sea and the land: local and external factors affecting the multiple activities of Caiçara livelihood (Brazil)

Natalia Hanazaki, Fabio de Castro, Vivian G. Oliveira, Nivaldo Peroni
MS#0216014, submitted to Human Organization, February 2004.

ABSTRACT

Between the sea and the land: local and external factors affecting the multiple livelihood activities of Caiçaras (Brazil) - We characterize and compare the livelihood strategies of two coastal communities from the Ribeira Valley (Southeastern Brazil), analyzing the interplay among four economic activities: small-scale agriculture, fishing, tourism-related jobs, and extraction of non-timber vegetal resources. The local population of these communities is mostly of Caiçaras, the native inhabitants of southeastern Brazilian coast, in the Atlantic forest area. The miscegenation of Amerindians, European colonizers, and African Brazilians gave rise to the Caiçara people, whose subsistence was originally based on small-scale itinerant agriculture, artisanal fishery, and extraction of forest products. Their multiple livelihood activities changed through time: agricultural practices were gradually abandoned, while fishing grew in importance. Recently, tourism related jobs and the extraction of non-timber vegetal resources acquired a key role in the Caiçara livelihood. After an historical overview, we focus our analysis on the local factors and external pressures affecting the combination of these activities.

PERONI, N. AGRICULTURA DE PESCADORES. IN: BEGOSSI, A. (ORG.). ECOLOGIA HUMANA DE PESCADORES DA MATA ATLÂNTICA E DA AMAZÔNIA, CAP.2. EDITORA HUCITEC, SÃO PAULO, 2004.

À primeira vista um capítulo sobre agricultura numa publicação sobre pescadores pode parecer estranho. Agricultores-pescadores, ou pescadores-agricultores? No contexto de uso múltiplo de recursos, por que o cultivo de plantas seria menos importante no rol de atividades de pessoas que aprendem a extrair, pescar, caçar e obviamente a reproduzir algumas espécies através de técnicas de cultivo? De fato, quando analisamos as atividades atuais desempenhadas por populações de pescadores não estamos analisando um pequeno lapso de tempo em suas histórias de vida?