

Rafael Vidal André

DIVERSIDADE DAS POPULAÇÕES LOCAIS DE MILHO DE ANCHIETA E GUARACIABA, OESTE DE SANTA CATARINA: MÚLTIPLAS ABORDAGENS PARA SUA COMPREENSÃO

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais Recursos Genéticos Vegetais da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Doutor.em.Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Juliana Bernardi Ogliari

Florianópolis
2016

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Vidal André, Rafael

Diversidade das populações locais de milho de Anchieta e Guaraciaba, Oeste de Santa Catarina : Múltiplas abordagens para sua compreensão / Rafael Vidal André ; orientadora, Juliana Bernardi Ogliari - Florianópolis, SC, 2016.
195 p.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós Graduação em Recursos Genéticos Vegetais.

Inclui referências

1. Recursos Genéticos Vegetais. 2. Conservação in situ on farm. 3. Raças. 4. Usos . 5. Zea mays. I. Ogliari, Juliana Bernardi. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais. III. Título.

Diversidade das populações locais de milho de Anchieta e Guaraciaba, Oeste de Santa Catarina, múltiplas abordagens para sua compreensão'

por

Rafael Vidal André

Tese julgada e aprovada em 31/03/2016, em sua forma final, pelo Orientador e membros da Banca Examinadora, para obtenção do título de Doutor em Ciências. Área de Concentração Recursos Genéticos Vegetais, no Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, CCA/UFSC.

Banca Examinadora:



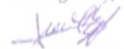
Prof.ª. Dr.ª. Juliana Bernardi Ogliari (Presidente - CCA/UFSC)



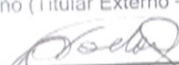
Dr. Altair Toledo Machado (Titular Externo-EMBRAPA/Cenargen)



Prof.ª. Dr.ª. Rosana Rodrigues (Titular Externo - UENF/RJ)



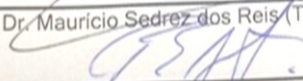
Prof. Dr. Juan Burgueño (Titular Externo - CIMMYT/Uruguai)



Prof. Dr. Rubens Onoffe Nodari (Titular Interno - CCA/UFSC)



Prof. Dr. Mauricio Sedrez dos Reis (Titular Interno - CCA/UFSC)



Prof. Dr. Paulo Emilio Lovato (Coordenador do Programa)

Florianópolis, março de 2016

Este trabalho é dedicado a todos os agricultores guardiões de sementes, sem eles este trabalho não teria sentido.

AGRADECIMENTOS

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho. Em especial:

A todos os agricultores e agricultoras dos municípios de Anchieta e Guaraciaba que participaram da pesquisa, pelos conhecimentos compartilhados, pelos aprendizados e, acima de tudo pelo acolhimento.

À minha orientadora Juliana Bernardi Ogliari pela orientação, confiança e dedicação à minha formação.

Aos colegas do Núcleo de Estudos em Agrobiodiversidade pelo aprendizado coletivo, em especial agradeço a Rosenilda de Souza pela parceria no trabalho de campo e por ser a primeira guia. Gabriel Moreno Gonçalves e Samuel Kamphorst pelas alegrias, tristezas, chuvas e calor no trabalho de campo. Kelly Justin, André e Felipe Lohn pela colaboração nas atividades realizadas no laboratório. Guilherme Osório pelas discussões de estatística. Rosa Maria Sousa Tassiane Pinto, Wagner Bastos e Betzaida Bernal por cada comentário e sugestão.

Sou particularmente grato a Natália Silva e Flaviane Malaquias Costa, pelas parcerias, pela amizade e pelas discussões.

A todas as pessoas, entidades e instituições que fizeram possível a realização deste trabalho. Com muita gratidão, agradeço ao Padre Nelson e equipe da Paróquia Santa Lúcia de Anchieta, as famílias dos agricultores Valdecir Reis de Anchieta, Seno Kunner de Guaraciaba, e Nilton Pilon de Novo Horizonte, pela parceria, disponibilização das áreas, dedicação durante a condução dos experimentos e a boa acolhida. Adriano Canci e Luciane Lazzari técnicos do município de Guaraciaba, Ivan Canci técnico da EPAGRI, ao SINTRAF, ASSO, Anderson Munarini do MPA, Secretaria Municipal de Educação, Agentes de Saúde do município de Anchieta, Associação de Microbacias do município de Guaraciaba por todo apoio durante a pesquisa de campo.

A todos os estudantes de graduação da UFSC e da UFFS que colobaram nas diversas etapas do trabalho, em especial agradeço a Adriana Bilini, Gian Lucca Pierini, Juliana Macari, Wesley Britos, Andre Felipe Lourenço, Nathália Beck, Maria Ruth Vieira, Tiago Lodi, Eline Kraus e Marcela Bittencourt.

Aos amigos Virgilio Uarrota, Lido Borsiuk, Juan Manuel Otalora, Gabriel Sanchez e Liliana Pila pelos momentos de descontração e experiências de vida compartilhadas.

Ao Programa de Pós-graduação em Recursos Genéticos Vegetais pelo aprendizado em especial aos professores Nodari e Lovato. Aos

colegas do programa e ao Departamento de Fitotecnia que me fizeram sentir em casa, especialmente Bernadete e Newton.

Aos pesquisadores e professores Irajá Antunes, Altair Toledo Machado, Juan Burgueño, Rosana Rodrigues e Maurício Sedrez dos Reis pelos comentários e sugestões na elaboração do trabalho final.

Aos colegas do Departamento de Biologia Vegetal da Facultad de Agronomia (UDELAR, Uruguai), especialmente Magdalena Vaio por ter incentivado desde o início. Especialmente aos meus filhos Maria Eugenia e Agustín por me ajudar a crescer, Inés, minhas irmãs e todos meus amigos e parceiros de Montevideu e Risso.

À CAPES e UDELAR pela concessão da bolsa de doutorado e, ao CNPq pelo apoio financeiro para o desenvolvimento do Projeto Mays.

En la chacra es donde la familia tiene una organización perfecta. En ella trabajan todos. Los hombres aran, siembran y cortan el trigo y el maíz. Las mujeres aporcan el maizal, plantan boniatos a estaca y siembran y carpen la huerta de zapallos y sandías.

(Juan Jose Morosoli,1944)

RESUMO

A maior parte dos estudos sobre a diversidade dos milhos do Brasil tem caracterizado e analisado a diversidade conservada *ex situ* e os conhecimentos sobre a atual diversidade conservada *in situ-on farm* são escassos. A microrregião Extremo Oeste do estado de Santa Catarina foi indicada como um microcentro da diversidade de milho pela riqueza e diversidade de variedades locais e presença de parentes silvestres. Com o objetivo de caracterizar a conservação *in situ-on farm* das variedades locais de milho comum dos municípios de Anchieta e Guaraciaba, foram entrevistados 144 agricultores (74 em Anchieta e 70 em Guaraciaba). Os resultados indicam que a riqueza das variedades locais de milho e sua diversidade estão homogeneamente distribuídas entre a população rural. A existência de processos voluntários e involuntários que favorecem o fluxo gênico. Que a área de plantio das variedades e a doação de sementes são as características que agrupam os agricultores que conservam mais riqueza e diversidade. Com os dados do Censo da Diversidade foram testadas as estratégias de amostragem das variedades locais, ao acaso por classe fundiária, Coleção Nuclear ao acaso e Maximização. A estratégia de Coleção Nuclear por Maximização mostrou a amostragem de tamanho mais reduzido e de adequada representatividade. A estratégia de Coleção Nuclear por Maximização foi utilizada para uma amostragem de variedades locais de milho da microrregião Extremo Oeste do estado de Santa Catarina para uma análise da diversidade de variedades locais de milho com SNPs. Do estudo de 128 variedades locais de milho e nove populações de teosinto foi identificada uma estrutura de populações por espécies e tipo de grão. O agrupamento de variedades vizinhas confirma o fluxo entre variedades locais resultante do manejo e seleção dos agricultores. Finalmente a análise agromorfológico de 19 variedades locais permitiu identificar o potencial de usos para alimentação animal de algumas variedades locais. A comparação e agrupamento com as raças previamente descritas permitiram relacionar as variedades locais atuais com as raças e identificar novas raças.

Palavras-chave: Conservação *in situ-on farm*. Diversidade genética. Raças de milho. *Zea mays* ssp. *Mays* L.

ABSTRACT

Most of the studies on the diversity of maize in Brazil has characterized and analyzed the diversity conserved *ex situ* and knowledge of the current diversity conserved *in situ on-farm* is scarce. The micro-region of the Far West of the state of Santa Catarina was indicated as a maize microcenter of diversity by the richness and diversity of landraces and the presence of wild relatives. In order to characterize the *in situ-on farm* conservation of maize landraces in the municipalities of Anchieta and Guaraciaba were interviewed 144 farmers (74 from Anchieta and 70 from Guaraciaba). The results indicate that the richness and diversity of landraces are evenly distributed among the rural population. The existence of processes that voluntary and involuntary favors gene flow. The acreage of varieties and seed donation are the characteristics that bring together farmers retain more richness and diversity. With Diversity Census data sampling strategies of local varieties were tested at random by land class, core collection at random and maximizing. The Nuclear Collection strategy for Maximizing showed smaller size sampling and adequate representation. The Nuclear collection strategy for Maximizing was used for a sampling of corn landraces of far west of the state of Santa Catarina to an analysis of the diversity with SNPs. The analysis of 128 landraces and nine populations of teosinto was identified a structure of populations of species and type of grain. The grouping of neighboring varieties confirms the flow between landraces resulting from management and selection of farmers. Finally agro morphological analysis of 19 local varieties identified the potential uses for feeding some local varieties. The comparison and collation with the previously described races allowed to relate the current local varieties identify new races and races.

Keywords: *in situ-on farm* conservation. Genetic diversity. Corn races. *Zea mays* L.

LISTA DE FIGURAS

INTRODUÇÃO

Figura 1 – Localização dos municípios de Anchieta e Guaraciaba, na região Extremo Oeste de Santa Catarina, Sul do Brasil.....35

CAPITULO I

Figura 1 – Análise CHAID para identificar as melhores variáveis explicativas da quantidade de variedades locais por propriedade e identificar os grupos homogêneos de agricultores65

CAPITULO II

Figura 1 – Figura 1 – Quantidade de variedades locais da Coleção Base, dos subgrupos identificados por tipo de grão e das estratégias de amostragem avaliadas88

CAPITULO III

Figura 1 – Agrupamento *Neighbour-joining* de variedades locais de milho e teosintos do Extremo Oeste de Santa Catarina, baseado na distância Euclidiana118

Figura 2 – Análise de Componentes Principais (ACP) de teosintos, milhos comuns, milhos doces e milhos pipocas estimada partir da distância Euclidiana119

Figura 3A – Localização das 59 variedades locais de milho e teosintos do EOSC conservadas em propriedades com mais de uma população121

Figura 3B – Agrupamento *Neighbour-joining* das 59 variedades locais de milho e teosintos do EOSC conservadas em propriedades com mais de uma população, baseado na distância Euclidiana121

Figura 4 – Agrupamento *Neighbour-Joining* das 80 variedades locais de milho e teosintos do EOSC, únicas na propriedade, baseado na distância Euclidiana122

Figura 5 – Variabilidade de cores e tipos de grãos dentro de duas variedades locais identificadas com ambas com o nome *Branco*126

CAPITULO IV

Figura 1A – Locais de coleta nos Municípios de Anchieta e Guaraciaba das dezenove variedades locais de milho avaliadas140

Figura 1B – Localização dos quatro municípios onde foram instalados experimentos, no Estado de Santa Catarina, na safra 2012/2013140

Figura 2 – Análise de componentes principais (ACP) das vinte variedades de milho avaliadas em quatro locais, com base nas distâncias euclidianas de quatorze variáveis quantitativas149

Figura 3 – Análise de agrupamentos com o algoritmo UPGMA das vinte variedades de milho avaliadas em quatro locais, com base nas distâncias euclidianas de quatorze variáveis quantitativas150

Figura 4 – Diversidade segundo o Índice de Shannon (H') para as vinte populações avaliadas e intervalos de confiança (95 %) com 1.000 Bootstrapping153

Figura 5 – Análise de Componentes Principais (ACP) baseados nas frequências de cada uma das variantes das oito características qualitativas das vinte variedades de milho avaliadas154

Figura 6 – Análise de agrupamentos com o algoritmo UPGMA das vinte variedades de milho avaliadas e onze raças anteriormente identificadas para por Parterniani e Goodman (1977), com base nas distâncias euclidianas de doze descritores morfológicos.155

LISTA DE TABELAS

CAPITULO I

- Tabela 1** – Número de agricultores mantenedores de variedades locais de milho de Anchieta e Guaraciaba e tamanho de amostra segundo a classe fundiária para o Diagnóstico da Diversidade pelo método de amostragem estratificada de Partilha Ótima54
- Tabela 2** – Quantidade de agricultores entrevistados no Diagnóstico da Diversidade segundo origem total e por município (Anchieta e Guaraciaba)56
- Tabela 3** – Frequência absoluta de agricultores entrevistados segundo o nível de formação escolar por município (Anchieta e Guaraciaba), gênero e faixa de idade (anos)57
- Tabela 4** – Número médio, máximo, mínimo e mediana de integrantes por família por municípios 58
- Tabela 5** – Participação dos agricultores de organizações sociais segundo gênero e municípios58
- Tabela 6** – Quantidade de agricultores entrevistado que plantam milhos comerciais e transgênicos e área implantada total59
- Tabela 7** – Quantidade de agricultores entrevistados quanto ao número de variedades locais que conservam por município60
- Tabela 8** – Quantidades, médias e amplitudes de variedades locais por origem, município e tempo de cultivo pela mesma família em anos61
- Tabela 9** – Quantidade de variedades locais por município, segundo a quantidade de usos e preferências62
- Tabela 10** – Quantidade de variedades locais por categoria de usos e preferência63

CAPITULO II

Tabela 1 – Quantidade total de agricultores que cultivam variedades locais por estrato fundiário de área em hectares¹e amostragem de partilha ótima por estrato fundiário, considerando os tipos de milho Comum/Farináceo/Doce e Pipoca, conservados *in situ-on farm*89

Tabela 2 – Variáveis da Coleção Base utilizadas nas amostragens ao Acaso (A) e de Maximização (M) e número de classes para milho comum e milho pipoca90

Tabela 3 – Subcategorias das variáveis da Coleção Base utilizadas nas amostragens Ao Acaso (A) e de Maximização (M) para milho comum e milho pipoca91

Tabela 4 – Quantidade de variedades estimada pelas metodologias de amostragem de partilha ótima por Estrato (E), ao Acaso (A) e de Maximização (M), e percentagem de variedades da Coleção de Base *in situ-on farm* (CB-ISOF) representada nas respectivas amostragens94

Tabela 5 – Riqueza (S) e diversidade segundo índices de Shannon (H') e Gini-Simpson (H_{GS}) de cada variável para a Coleção Base *in situ-on farm* (CB-ISOF) e para as amostragens de partilha ótima por estratos (E), ao acaso (A) e de Maximização (M) do subgrupo milho comum/farináceo/doce (MC)95

Tabela 6 – Riqueza (S) e diversidade segundo índices de Shannon (H') e Gini-Simpson (H_{GS}) de cada variável para a Coleção Base *in situ-on farm* (CB-ISOF) e para as amostragens de partilha ótima por estratos (E), ao acaso (A) e de Maximização (M) do subgrupo milho pipoca (MP)96

Tabela 7 – Amplitude das variáveis na Coleção Base *in situ-on farm* (CB-ISOF) do subgrupo milho comum/farináceo/doce (MC) e percentagens de retenção (%R) das amostragens de partilha ótima por estratos (E), ao acaso (A) e de maximização (M)97

Tabela 8 – Amplitude das variáveis na Coleção Base *in situ-on farm* (CB-ISOF) do subgrupo milho pipoca (MP) e percentagens de retenção

(%R) das amostragens de partilha ótima por estratos (E), ao acaso (A) e de maximização (M)98

Tabela 9 – Valores de p do teste χ^2 das distribuições de frequências de classe da Coleção Base *in situ-on farm* (CB-ISOF) e das amostragens ao acaso (A), partilha ótima por estratos (E) e de Maximização (M) do subgrupo milho comum/farináceo/doce (MC)98

Tabela 10 – Valores de p do teste χ^2 das distribuições de frequências de classe da Coleção Base *in situ-on farm* (CB-ISOF) e das amostragens ao acaso (A), partilha ótima por estratos (E) e de Maximização (M) do subgrupo milho pipoca (MP)99

CAPITULO III

Tabela 1 – Valores do Índice de Nei (H') médio, máximo e mínimo para as variedades de milho comum, pipoca e doce, e teosinto116

CAPITULO IV

Tabela 1 – Dados de passaporte, nome da variedade, município e comunidade de coleta das dezenove variedades locais de milho avaliadas139

Tabela 2 – Relação dos 33 descritores analisados, quantidades de estruturas vegetais avaliadas, códigos de identificação, unidades de medição e etapa de avaliação141

Tabela 3 – Quadrado médio da análise de variância para os efeitos de variedade, local e interação variedade por local, e coeficiente de variação (CV%), estimados para vinte e seis variáveis a partir de experimentos conduzidos em Anchieta, Guaraciaba, Novo Horizonte e Florianópolis, Santa Catarina, na safra 2012/2013146

Tabela 4 – Valores médios por local das características: Matéria seca total com 13% de umidade (MST); Altura espiga principal (AEP); Altura folha bandeira (AFB); Altura inicia pendão (AIP); Início rama principal do pendão (IRP), Altura total de planta (ATP)147

Tabela 5 – Diversidade das vinte variedades de milho avaliadas, estimada pelo Índice de Shannon (H') para oito características qualitativas152

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CCA – Centro de Ciências Agrárias
CDB – Convenção para a Diversidade Biológica
CEPA – Centro de Sócio economia e Planejamento Agrícola
CB – Coleção Base
CHAID – *Chi square Automatic Interaction Detector*
CN – Coleção Nuclear
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EOSC – Extremo Oeste de Santa Catarina
EPAGRI – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
FAO – Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura
GbS – Genotipagem por sequenciamento
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ISOF – *in situ – on farm*
LAGROBio – Laboratório de Pesquisa de Agrobiodiversidade
NEABio – Núcleo de Estudos de Agrobiodiversidade
UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	25
1.1 REFERENCIAL TEORICO	25
1.1.1 Origem e importância da diversidade genética vegetal	25
1.1.2 Conservação da diversidade genética vegetal	27
1.1.3 Diversidade genética do milho	29
1.1.4 Variedades locais do milho	32
1.1.5 Diversidade do Extremo Oeste de Santa Catarina	34
OBJETIVOS	38
1.2.1 Geral	38
1.2.2 Específicos	38
1.3 REFERÊNCIAS	39
CAPÍTULO I Conservação <i>in situ-on farm</i> de milho comum no Extremo Oeste de Santa Catarina	47
Resumo	47
2.1 INTRODUÇÃO	49
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	53
2.2.1 Diagnostico da diversidade	53
2.2.2 Analise	54
2.3 RESULTADOS	55
2.3.1 Perfil dos agricultores e propriedades	55
2.3.2 Perfil das variedades locais	59
2.3.3 Perfil e diversidade de manejos fitotécnicos e seleção	63
2.3.4 Indicadores da diversidade conservada por agricultor e análise CHAID	64
2.4 DISCUSSÃO	67
2.5 CONCLUSÕES	73
2.6 REFERÊNCIAS	74
CAPÍTULO II Amostragem de uma Coleção Nuclear adaptada ao contexto da conservação <i>in situ-on farm</i>	81
Resumo	81
3.1 INTRODUÇÃO	82
3.2 MATERIAL E METODOS	86
3.2.1 Universo de amostragem: coleção base <i>in situ-on farm</i>	86
3.2.2 Estratégias de amostragem	88
3.2.3 Validação das estratégias de amostragem	92
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	93
3.4 CONCLUSÕES	101
3.5 REFERÊNCIAS	102

CAPÍTULO III Estudo preliminar de diversidade genética das variedades locais de milho da região Extremo Oeste de Santa Catarina	109
Resumo	109
4.1 INTRODUÇÃO	110
4.2 MATERIAL E METODOS	113
4.2.1 Material vegetal	113
4.2.2 Sequenciamento	114
4.2.3 Análise dos dados	115
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	115
4.4 CONCLUSÕES	126
4.5 REFERÊNCIAS	127
CAPÍTULO IV Caracterização e avaliação de variedades locais de milho da região Extremo Oeste de Santa Catarina	135
Resumo	135
5.1 INTRODUÇÃO	136
5.2 MATERIAL E METODOS	138
5.2.1 Material vegetal	138
5.2.2 Locais de condução dos experimentos	139
5.2.3. Tratos culturais	140
5.2.4 Desenho experimental e caracteres avaliados	141
5.2.5 Classificação racial das variedades coletadas	142
5.2.6 Análise estatística	143
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	144
5.3.1 Características quantitativas	144
5.3.2 Características qualitativas	150
5.3.3 Classificação racial	155
4.4 CONCLUSÕES	157
4.5 REFERÊNCIAS	159
CONSIDERAÇÕES FINAIS	167
APENDICE A Questionário utilizado durante o Diagnóstico da Diversidade, 2013	169
APENDICE B Cartilha para descrição dos milhos durante as entrevistas a agricultores	183
APENDICE C Quadro das Variedades locais analisadas com GbS segundo código, tipo e grupo NJ e Município	185

INTRODUÇÃO

1.1 REFERENCIAL TEORICO

1.1.1 Origem e importância da diversidade genética vegetal

O surgimento da agricultura como parte da evolução da espécie humana é resultado dos processos associados de domesticação da paisagem e de plantas. A domesticação da paisagem gera mudanças ecológicas e na demografia de suas populações de plantas e animais, resultando numa paisagem mais produtiva. Na domesticação de plantas os humanos selecionam algumas características nessas populações ou trazem novas populações de plantas e a consequência são mudanças nas frequências alélicas e populações mais úteis e mais bem adaptadas às paisagens domesticadas (CLEMENT et al., 2007, p. 519) Os processos de domesticação, inicialmente inconscientes e logo conscientes podem ser compreendidos como um nexo entre a cultura dos humanos e a biologia das populações de plantas ou animais (ZEDER, 2006). Os processos de domesticação, seleção, hibridação e intercâmbios praticados durante milênios, deixaram um legado de diversidade de espécies domesticadas, com suas variedades e raças adaptadas a um grande espectro de diferentes condições e necessidades (BRUSH, 1992; CROMWELL et al., 2003).

A aplicação no século XX em diversas regiões do planeta das políticas de modernização da agricultura, posteriormente chamada *Revolução Verde*, significaram mudanças de sentido no processo de diversificação e perdas de diversidade. Este modelo de agricultura promoveu uma simplificação dos ambientes, com a introdução em grandes áreas de cultivares altamente homogêneas como linhagens puras ou híbridas, selecionadas em ambientes de uso intensivo de insumos químicos e com mecanização agrícola. A substituição das variedades locais por cultivares de alta produtividade pode ser considerada a maior causa da erosão genética (HAWKES, 1983) provocando um impacto negativo no estoque milenar dos recursos genéticos destinados à alimentação e agricultura. Existem dois tipos de erosão genética, as perdas totais de variedades ou alelos e as mudanças na estrutura de populações as que estabelecem as condições para as perdas totais de alelos (BRUSH, 1992). Ambos os processos são acelerados pela substituição com variedades de alta produtividade, a perda variedades locais por não uso, ou seu plantio em áreas marginais voltando às variedades locais raras e suscetíveis de perdas. O Segundo Informe

Mundial do Estado dos Recursos Genéticos (FAO, 2010) identifica 127 situações de erosão genética declaradas em 60 países.

Outro impacto indireto é que sistemas mais simplificados serão menos resilientes, portanto mais instáveis. Instabilidade agrícola pode ser definida como flutuações da produção ou de rendimento ao longo do tempo e pode ser exacerbada pela adoção de culturas modernas e o aumento do uso de insumos de duas formas: problemas de vulnerabilidade genética e de fornecimento de insumos (HAZELL, 1982). Tais efeitos não somente atingem diretamente os próprios recursos genéticos, como também recaem indiretamente sobre os conhecimentos associados à sua conservação provocando o fenômeno da erosão de conhecimentos. As perdas de conhecimentos resultam na perda da autonomia, da soberania e segurança alimentar das comunidades de agricultores. Esses dados são um desafio na procura de uma conservação e valorização dos recursos genéticos incluindo aquelas espécies ou variedades consideradas até o momento como menos importantes pelos sistemas oficiais de conservação para o desenvolvimento de sistemas locais de produção mais sustentáveis.

A diversidade genética dentro das espécies é o que permite que tenham a oportunidade de evoluir frente às mudanças do ambiente e responder à pressão de seleção. Assim, o destino da diversidade genética é de extrema importância para uma agricultura que procura atender às necessidades da sociedade, como maior rendimento, resistência a doenças e pragas, melhor qualidade nutricional e redução dos efeitos ambientais (GEPTS, 2006).

O Brasil é considerado um país megadiverso, com 50.000 espécies de plantas vasculares, o que representa aproximadamente 18% da diversidade vegetal do planeta, considerando a flora total de 257.400 espécies (NASS et al., 2007). A agricultura e a segurança alimentar da população brasileira são, em grande parte, dependentes de recursos genéticos originários de outros países. Praticamente todas as atividades destinadas à agricultura, jamais teriam o destaque atual se não fosse pelo intercâmbio e introdução sistemática e crescente de recursos genéticos oriundos de outras regiões. Também existe uma elevada diversidade de espécies, que são cultivadas e conservadas por comunidades de agricultores que apresentem características de adaptação ecológica, como, resistência às pragas e doenças, adaptação às condições adversas do ambiente que podem se originar em função das mudanças climáticas, além da adaptação a diversidade ambiental do país. Apesar disso, ainda há falta de informação da diversidade e não é devidamente explorada

para a maioria dessas espécies, muitas das quais estão com sua sobrevivência ameaçada (NASS et al., 2007).

1.1.2 Conservação da diversidade genética vegetal

A preservação da diversidade das diferentes espécies e variedades tem origens remotas na história da humanidade e provavelmente a agricultura surgiu com os primeiros colecionadores de plantas e sementes. A Convenção sobre a Diversidade Biológica de 1992 (ONU, 1992) em seu artigo 2 define conservação *ex situ* e *in situ*. Conservação *ex situ* é a conservação de componentes da diversidade biológica fora de seus habitats naturais, e a conservação *in situ* significa a conservação de ecossistemas e habitats naturais e a manutenção e recuperação de populações viáveis de espécies em seus meios naturais e, no caso de espécies domesticadas ou cultivadas, nos meios onde tenham desenvolvido suas propriedades características.

Desde a segunda conferência da FAO de 1963 a qual deu uma ênfase principal na conservação *ex situ* dos países foi a base para a construção de grandes coleções de germoplasma entre as décadas dos 70 e 80 (MARTÍNEZ-GÓMEZ, 2002). O sistema de conservação *ex situ* tendeu a reduzir o controle dos agricultores/as sobre os seus próprios sistemas de produção. Na Conferência técnica sobre a Exploração, Utilização e Conservação de Recursos Genéticos Vegetais de 1967 da FAO uma das principais conclusões foi a priorização da conservação *ex situ*. Assim essa estratégia se tornou um modelo hegemônico, sendo adotado por praticamente todos os principais países (CROMWELL; COOPER; MULVANY, 2003).

As críticas relacionadas com a conservação *ex situ* são o “congelamento” da dinâmica da evolução das plantas, que, quando em cultivo, não interrompem o processo evolutivo, mediante a seleção natural e humana. Outra crítica frequente é o fato dos materiais armazenados nos bancos de germoplasma serem acessíveis preferencialmente a empresas especializadas, ou seja, na prática, é difícil o acesso aos agricultores, suas organizações (CROMWELL; COOPER; MULVANY, 2003; GLIESSMAN, 2000) e inclusive para universidades e instituições públicas. Também a previsão inadequada de recursos dos bancos, levou a um deterioramento das coleções e processos de erosão genética *ex situ*. A precariedade de muitas instalações, a falta de regeneração das sementes, a escassa informação de caracterização e avaliação levou a uma desvalorização dos acessos conservados (FAO 1996; 2010).

A conservação *in situ* é o método de conservar a informação biológica e a diversidade genética em seu contexto (FRANKEL et al., 1995). Hunter e Heywood (2011) destacam que a conservação *in situ* permite conservar as interações dos organismos com as pragas e espécies benéficas; garante a disponibilidade pelas comunidades locais que as utilizam (alimentação, vestimenta, saúde, ritos religiosos); a seleção continua por produtividade; disponibilidade para pesquisadores e para melhoramento; conservação de espécies de difícil multiplicação fora do seu habitat natural. A conservação *in situ* recebeu maior atenção e discussão nos últimos anos, em decorrência principalmente da Convenção sobre a Diversidade Biológica (CDB), porém as metas marcadas no Plano Estratégico Global de Conservação de Plantas da CBD de chegar a uma conservação *in situ* do 60% das espécies úteis e uma inclusão de 10 % das espécies em planos de recuperação e restauração, os progressos ainda são muito escassos.

A conservação *in situ-on farm* compreende a conservação sustentável da diversidade genética pelos agricultores de variedades localmente desenvolvidas em conjunto com as formas silvestres e plantas invasoras dentro da agricultura ou silvicultura tradicional (MAXTED et al., 1997). Essa diversidade de variedades locais, adaptadas a vários tipos de estresses bióticos e abióticos é usada como material de base para as variedades modernas (DE BOEF, 2007).

Nessa estratégia de conservação, o componente humano é o fator principal de seu sucesso, tanto pela manutenção histórica e cultural de uma série de espécies e variedades alimentícias por eles utilizadas, como também devido às variações das formas de manejo praticadas, as quais influem na conservação, seleção e geração de diversidade dos recursos genéticos vegetais.

Clement et al. (2007) sustentam que a conservação *in situ-on farm* concentra a sua atenção nos cultivos de interesse dos agricultores, e, enquanto houver interesse dos agricultores, haverá conservação *in situ-on farm*. Uma consequência dessa implicação é que essa estratégia é intrínseca às organizações sociais e econômicas dos agricultores, pois conhecer e manter a diversidade dos recursos genéticos vegetais no tempo e no espaço é um dos principais fatores de reprodução social.

As variedades crioulas surgem e evoluem nas mãos dos agricultores, que têm manejado os recursos genéticos desde os inícios da agricultura. A manutenção da diversidade genética não é independente das estratégias de subsistência das comunidades de agricultores, de modo que a conservação existe, à medida que existe o uso (WIERSUM, 2003). No século passado começou um processo de progressiva

concentração do controle dos recursos nas empresas de sementes junto com uma desvalorização da conservação dos agricultores, até chegar a limitar a troca, doação e herança de sementes entre agricultores (GAZZANO; AMENDOLA, 2003).

O Tratado Internacional sobre Recursos Fitogenéticos para a Alimentação e a Agricultura (ONU, 2001) reconhece a importância da conservação *in situ-on farm* e dos conhecimentos associados. As formas de manejo e conservação dos recursos genéticos vegetais desenvolvidos por agricultores acrescentam a diversidade genética, às espécies e às variedades, sempre que selecionam e mantêm diferentes genótipos que lhes são úteis. Porque a diversidade de cultivos é vital, para manter a produção de alimentos, em decorrência dos fatores imprevisíveis que põem em risco seus sistemas agrícolas.

Nessa lógica, Sthapit e Jarvis (2000) admitem que a conservação dos recursos genéticos em uso por comunidades de agricultores é um processo que gera diversidade, podendo compreender quatro etapas: a) fluxo de genes entre plantas silvestres e cultivadas e por meio de intercâmbios de materiais entre agricultores, nas diversas escalas geográficas; b) seleção de variedades realizada pelos agricultores/as; c) seleção de variedades, por meio de processos naturais; d) métodos de armazenamento e avaliação de sementes, após a colheita com seleção para a próxima safra.

1.1.3 Diversidade genética do milho

A variabilidade genética do milho é uma das maiores entre as espécies cultivadas, durante sua domesticação e dispersão a ação dos diferentes grupos humanos aproveitou a diversidade natural das populações para selecionar indivíduos que adquiriram características morfológicas e genéticas particulares aumentando sua diversidade. Existem aproximadamente 400 raças descritas no mundo e 300 delas nas Américas, além de uma importante quantidade de variedades dentro de cada raça (PATERNIANI; NASS; SANTOS, 2000; RODRÍGUEZ PEREZ et al., 2012).

A classificação de raças em milho foi desenvolvida por (ANDERSON; CUTLER, 1942) para estudar a variabilidade do milho e foi definida como “uma classificação natural dos indivíduos com suficientes características morfológicas comuns como para ser reconhecido como um grupo”, em termos genéticos um grupo com um número significativo de genes em comum. A primeira classificação da diversidade do milho foi desenvolvida por Sturtevant (1899), quem

classificou os milhos em seis grupos segundo características de textura do grão. A posterior classificação com a inclusão do conceito de raça (ANDERSON; CUTLER, 1942) considerou a arquitetura da planta, morfologia da espiga, morfologia dos grãos e a origem étnica e geográfica considerou a o que permitiu além da classificação a organização do germoplasma por origem (HALLAUER et al., 2010).

A classificação de raças foi utilizada para estudar a diversidade do milho em grandes áreas, Sul América (CUTLER, 1946), México (WELLHAUSEN; ROBERTS; HERNANDEZ, 1951), Centro América (WELLHAUSEN et al., 1957), Brasil e áreas adjacentes (BRIEGER et al., 1958), Caribe (BROWN, 1960). As coleções de milho classificadas permitiram incorporar estudos complementares. Com a citogenética foi estabelecida a estreita relação entre os padrões dos nós cromossômicos, as raças do milho e a origem geográfica. Os estudos de Longley et al. (1965) acharam uma correlação negativa entre altitude dos acessos e a quantidade de nós para várias raças de América, a mesma relação foi achada por Bennett (1976) com 21 raças do México e por Bretting e Goodman (1989) para 300 variedades da América Central.

A computação permitiu um maior processamento de dados das coleções, o agrupamento das unidades taxonômicas pela taxonomia numérica e identificar características de pouco efeito ambiental e que ajustaram com as classificações anteriores de raças. As características de grão e espiga foram indicadas como as melhores para uma classificação de raças (GOODMAN, 1967). O estudo da coleção de América Latina (GOODMAN; BIRD, 1977) permitiu identificar 14 complexos raciais, concordantes com as relações previamente definidas por análises morfométricas entre as 219 raças estudadas. Os grupos definidos foram: I. Grupo Cônico; II. Dentados do Caribe; III. Pipocas do Sul da América do Sul; IV. Pipocas do Norte de América do Sul; V. Farináceos das terras baixas; VI. Grupo Chapalote; VII. Raças do Noroeste da América do Sul; VIII. Raças do Sul da América do Sul; IX. Córneos dos Andes do Sul; X. Complexo Andino Central; XI. Dentados Brancos do Sul Modernos; XII. Grupo Cuzco; XIII. Grupo Humahuaca; XIV. Grupo Cravos. Para Brasil e áreas adjacentes (terras baixas de América do Sul) Paterniani e Goodman (1978) caracterizaram 19 raças e 15 subraças. As isoenzimas permitiram começar as análises da diversidade genética das raças, Goodman e Stuber (1983) descreveram a variação nas raças da Bolívia e Doebley et al. (1985) estudaram as raças do México. Estes estudos revelaram a correlação entre a altitude dos acessos e as frequências alélicas. Os trabalhos de Bretting et al., (1987) determinaram que as raças do Caribe tinham mais proximidade das do

norte de América do Sul que das do México. Estes trabalhos confirmaram que os membros de uma raça não somente são similares na morfologia e na distribuição geográfica, mas também compartilham características genéticas, citológicas, fisiológicas e agrônômicas (MC CLINTOCK; KATO; BLUMENSCHNEIN, 1981).

Os trabalhos posteriores com marcadores procuraram não somente elucidar a origem do milho, mas também permitiram entender a diversidade entre e dentro das raças. Pesquisas com microssatélites (PRESSOIR; BERTHAUD, 2004a, 2004b; VAN HEERWAARDEN et al., 2009) indicam que há relativamente menos diversidade genética entre raças em comparação com a diversidade dentro de raças. VIGOUROUX et al., (2008) em uma avaliação para toda América acharam uma baixa correlação entre o nome da raça e da distância genética. No entanto, as raças são resultados de como os agricultores organizam a gestão das variedades baseado em “tipos” (PRESSOIR; BERTHAUD, 2004a), uma variedade local de milho não deve ser considerada como uma entidade separada, mas sim como um sistema genético aberto com as particularidades de cada região. Nesse sentido estudos em com microssatélites em pequenas áreas permitiram detectar diferenças genéticas entre raças explicadas por barreiras de manejo ou seleção (BRACCO et al., 2013; OROZCO-RAMÍREZ et al., 2016), além de identificar processos de perda de diversidade dentro de variedades locais (VAZ PATTO et al., 2008). A alta diversidade do milho é o resultado da combinação dos efeitos genéticos como um ativo sistema de transpósons (BUCKLER et al., 2006); modificações nos cromossomos resultantes de inserções e deleções (BELO et al., 2010); efeitos ambientais e de manejo como isolamento geográfico (WELLHAUSEN et al., 1952; VIGOUROUX et al., 2008); recombinações (TENAILLON et al., 2004) e, efeito de gargalo devido ao processo de adaptação e domesticação (BUCKLER et al., 2001; TENAILLON et al., 2004).

A ampla diversidade genética do milho, distribuída nas variedades locais e seus parentes silvestres, está ameaçada pela urbanização, erosão de habitats, eventos climáticos imprevisíveis (aumento da frequência de períodos de secas, calor e inundações) e principalmente pela substituição das variedades locais por germoplasma de estreita base genética. Dessa forma, Brown (1975) indicou que a principal área produtora, se concentra numa raça, o que representa 2% do germoplasma conhecido. A maioria dos híbridos dos Estados Unidos é em grande parte derivada de um pequeno subconjunto de seis linhagens das famílias heteróticas dos tipos Lancaster e Reid

(GOODMAN, 2005; MIKEL, 2011). Na China, a segunda área mais importante do mundo, somente uns poucos linhagens são responsáveis pela maioria dos híbridos disponíveis, um de eles é o Mo 17 (derivado de Lancaster) base do melhoramento dos Estados Unidos (LI, 1998; YU et al., 2007). Os milhos tropicais vêm sendo apresentados como uma alternativa para explorar variabilidade no melhoramento (MILACH et al., 2006). A maior parte dos híbridos constituídos por milhos tropicais foi desenvolvido a partir das raças; Tuxpeño, Eto, Tuson; Cubano e Swan. Além disso, as linhagens Mo 17 e B 37 (este último derivado de Reid) são usadas para melhorar características de produtividade e altura de planta dos milhos tropicais (GOODMAN, 2005). Segundo Prasanna (2012) a estreita base genética dos programas de melhoramento do milho é explicada pelo receio dos melhoristas de diluir seu germoplasma elite com germoplasma não conhecido e a quantidade de anos que levaria o seu desenvolvimento.

1.1.4 Variedades locais do milho

Ao longo dos séculos, as variedades locais de milho têm sido a base da agricultura e das culturas das Américas. A primeira referência a variedade local como recurso genético data de 1890 e até hoje diferentes definições vem sendo propostas (ZEVEN, 1998). Segundo Empeire (2002) as variedades locais são o resultado de uma seleção voluntária e involuntária, garantindo, desse modo, uma evolução dinâmica. Com ênfase na relação das variedades locais de milho com os agricultores que as mantêm Louette et al. (1997) definem uma variedade local como um lote de sementes que é identificado pelos agricultores e mantida na família pelo menos por uma geração. Considerando a adaptação como uma das características principais, Machado et al., 2008 definem o termo variedade local, como aquelas populações sob contínuo manejo dos agricultores, desenvolvida a partir de ciclos dinâmicos de cultivo e seleção dentro de ambientes e contextos socioeconômicos específicos, sendo necessários pelo menos cinco ciclos de cultivo para que uma variedade se torne local. Ogliari (2013) as define como populações cultivadas, diversas em sua composição genética, bem como adaptadas às condições agro-climáticas particulares e estáveis produtivamente. Zeven (1998) propõe as seguintes características para definir uma variedade local elevada capacidade de tolerar stress bióticos e abióticos e com produtividade intermediária e estável, em sistemas agrícolas de baixos insumos. Finalmente. Finalmente Camacho-Villa et al. (2005) estabeleceram seis características comuns às variedades locais; a) são

populações dinâmicas das espécies cultivadas, b) geneticamente diversas, c) não surgiram diretamente do melhoramento formal, d) tem uma origem histórica e identidade particular, e) estão localmente adaptadas e, f) associadas a sistemas de agricultura tradicional.

As variedades locais de milho são predominantes em algumas regiões, particularmente no México onde foram identificadas variedades que se destacam por características adaptativas como à tolerância à seca (*Bolita, La Posta Sequía, Cónica Norteña, Breve de Padilla, NalTel e Tuxpeño*), adaptação a solo de baixa fertilidade (*Olotillo de Chiapas*); adaptação à elevada altura e baixa temperatura (*PalomeroToluqueño, Cónica, Cacahuacintle e Arrocillo*) (BELLON; BRUSH, 1994; WELLHAUSEN; ROBERTS; HERNANDEZ, 1951). Outras têm características de uso como as variedades *Pepitilla; Azul, Tlacoya e Oxaqueño* consumidas como tortillas (PRASANNA, 2012).

Na Europa onde o milho tem uma história recente de 500 anos, foram geradas variedades locais com tolerância ao alumínio (PINHEIRO DE CARVALHO et al., 2008), adaptação a solos ácidos e altas temperaturas (RUIZ DE GALARRETA; ALVAREZ, 2001), além de se destacarem pelo uso culinário (VAZ PATTO et al., 2007). Provavelmente foi no extremo oriente da Ásia um dos últimos locais aonde o milho chegou e, mesmo assim desenvolveram-se centenas de variedades locais. Na a região sudoeste da China que apresenta montanhas com uma importante variação eco climáticas junto com as áreas de *Loess* são centros de diversidade de variedades crioulas (LI et al., 2002).

Na região de das terras baixas de América do Sul tem registro do cultivo do milho por volta de 3000 anos AP (IRAIARTE et al. 2004). Com a existência de inúmeras tribos indígenas com atividade agrícola, cada uma delas mantinha seus próprios tipos de às preferências quanto ao tipo de espiga, textura e cor de grãos tanto para alimentação como para usos cerimoniais (PATERNIANI, 1998).

Compreender a diversidade das variedades locais de milho permite entender as forças de sua domesticação e o desenho de programas de manejo e conservação (BARNAUD et. al. 2007). A diversidade das variedades crioulas de milho tem sido estudada com diferentes resultados. No México, (LOUETTE; CHARRIER; BERTHAUD, 1997; LOUETTE; SMALE, 2000) mostraram que as populações são geneticamente heterogêneas, com características fenotípicas bem definidas e com baixa diversidade entre populações. Isso seria resultado dos efeitos de um sistema reprodutivo de fecundação cruzada com um considerável fluxo gênico e os critérios de seleção

conservativa e divergente dos agricultores (PRESSOIR; BERTHAUD, 2004b) que priorizam o tipo de espiga e características do grão. Consistentemente (VIGOUROUX et al., 2008), em trabalho de avaliação ampla de variedades de milho toda a América indicaram que a diversidade genética aumenta drasticamente com a distância de até 50 quilômetros. Estudos ao nível de pequenas regiões são necessários para compreender a importância da dinâmica das populações (PRESSOIR; BERTHAUD, 2004a). As atividades dos agricultores e o manejo das variedades determinam estruturas da diversidade diferentes. (BRACCO et al., 2009), em avaliações entre regiões identificaram valores similares da diversidade entre regiões, entre populações e dentro de populações. A escala local e estudando variedades mantidas por indígenas Guaranis da Argentina (BRACCO et al., 2013), verificaram diferenças genéticas entre populações e diferenças da metade da diversidade entre populações vizinhas, em um raio de até 35 quilômetros, o que indica a existência de barreiras entre variedades pelos manejos das comunidades indígenas.

1.1.5 Diversidade do Extremo Oeste de Santa Catarina

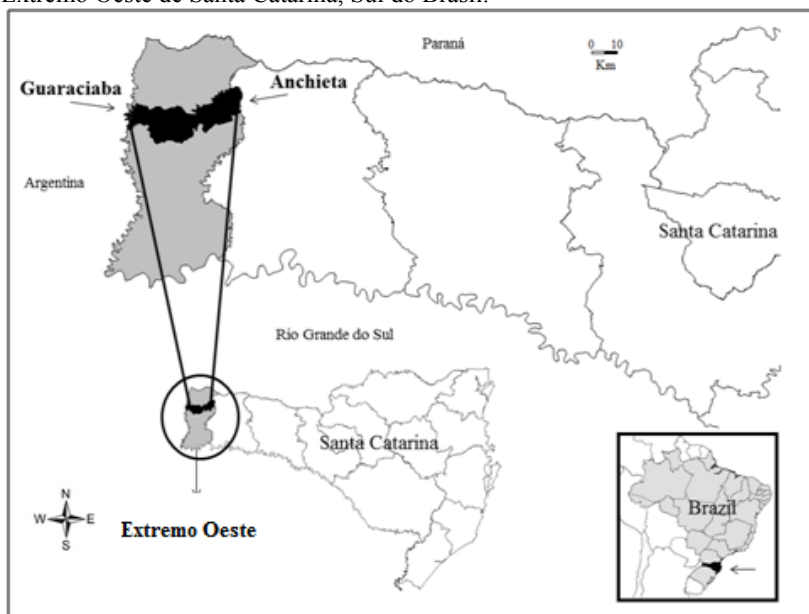
O Extremo Oeste de Santa Catarina (EOSC) caracteriza-se pela diversidade de variedades selecionadas e mantidas por agricultores familiares ao longo das gerações. Como por exemplo, cerca de 50 variedades arroz e 120 de feijão, centenas de mandioca e dezenas de hortaliças mantidas pelos agricultores familiares (VOGT, 2005; OGLIARI et al., 2007; DA SILVEIRA, 2015; OSÓRIO, 2015). Há espécies conservadas somente por agricultores e que não estão disponíveis nos mercados regionais, como o porongo (*Lagenaria siceraria*), utilizado para a fabricação da cuia para o chimarrão e a esponja (*Luffa cylindrica* L.), utilizada para lavar louça e tomar banho (CANCI, 2006).

Estima-se que até meados da década de 1960, os cultivos de milhos se baseavam principalmente em sementes produzidas pelos agricultores. Com a promoção do uso das variedades melhoradas como parte do modelo de desenvolvimento produtivista e demandante de insumos, as variedades locais passaram a ser desvalorizadas até próximo à extinção, fazendo com que, em 1994, apenas 2% dos agricultores conservassem sementes de milho (CANCI et al., 2005). O modelo de produção baseado em insumos e sementes de fora da propriedade é indicado por Canci (2006) como uma ameaça para o sistema tradicional da região EOSC dependente do manejo e uso da agrobiodiversidade para

se reproduzir. A conservação da agrobiodiversidade e dos conhecimentos associados são críticos para manter os sistemas tradicionais de produção familiar. Como resposta de resistência, a região concentra uma intensiva articulação impulsionada por organizações sociais junto aos agricultores familiares para a recuperação, conservação da diversidade genética e cultural.

Diante desse cenário, desde o ano de 2002, o Núcleo de Estudos em Agrobiodiversidade (NEABio) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), em parceria com diversas organizações, instituições, agricultores, vem desenvolvendo e apoiando uma série de pesquisas, atividades, capacitação e extensão a respeito das variedades locais da região EOSC, sobretudo nos municípios de Anchieta e Guaraciaba (Figura 1), o que tem permitido intensificar as ações em torno da agrobiodiversidade da região.

Figura 1 – Localização dos municípios de Anchieta e Guaraciaba, na região Extremo Oeste de Santa Catarina, Sul do Brasil.



Fonte: Costa et al., 2016.

O município de Anchieta tem nas organizações de agricultores e movimentos populares uma das bases para a conservação de variedades locais. Como parte do seu trabalho, no 2000, Anchieta foi reconhecida

como Capital Estadual do Milho Crioulo através da Lei Estadual 11455 (atualmente Lei nº 16722). A identificação do município com as variedades locais reforçou ainda mais a importância das variedades locais cultivadas na região.

Em Guaraciaba, a partir da elaboração dos Planos de Desenvolvimento das Microbacias Hidrográficas (PDMH), me 2005, foi desenvolvido o Kit Diversidade, uma ferramenta desenvolvida no Nepal (STHAPIT et al., 2007) destinada à promoção e a conservação da diversidade genética de diversos cultivos. Para isso, foram selecionadas 16 espécies vegetais (dentre elas milho, milho-pipoca, feijão, melancia, melão, abóbora, moranga, arroz, fava, ervilha) e 52 variedades conservadas pelas famílias agricultoras do município de Guaraciaba. O Kit Diversidade consiste em uma amostra de sementes locais de diferentes espécies produzidas e distribuídas para agricultores familiares.

Alves et al. (2004) destacam que 68% dos agricultores que cultivavam milho em Anchieta, a partir de 1995, usavam variedades locais. O aumento do uso das sementes tradicionais pode ser considerado uma revalorização das variedades locais. Segundo Ogliari e Alves (2007), sugere que as cultivares modernas não atendiam ao menos em parte, às necessidades de uso e de cultivo dos agricultores familiares. As pesquisas realizadas vêm demonstrando que as variedades locais conservadas pelos agricultores dos municípios de Anchieta e Guaraciaba apresentam elevado potencial produtivo (Ogliari & Alves 2007; Kist et al., 2010; Ogliari et al., 2013; Kist et al., 2014) e adaptativo, sobretudo frente a estresse de natureza biótica (Sasse, 2008), além de serem importantes fontes naturais de carotenóides, antocianinas e compostos fenólicos (Kuhnen et al., 2009; Kuhnen et al., 2010; Kuhnen et al., 2011; Uarrota et al., 2011; Kist et al., 2014).

No ano 2011, no âmbito do Projeto MAYS I, foi desenvolvido pela equipe do Núcleo de Estudos em Agrobiodiversidade (NEABIO), em parceria com organizações locais, o Censo da Diversidade. Incluiu os municípios de Anchieta, e Guaraciaba, com o objetivo de identificar variedades crioulas de milho comum, doce e pipoca, conservadas *in situ-on farm*. As informações geradas a partir do Censo da Diversidade permitiram identificar i) a diversidade genética de milho presente na região a partir de características morfológicas como tipo e cor de grão, ii) preferências e valores de uso iii) a riqueza e abundância da diversidade genética do milho com base em características fenotípicas e outros indicadores como o nome da variedade, usos, tempo de cultivo, iv) variedades comuns, raras, aquelas portadoras de características

únicas e ameaçadas de contaminação por milho geneticamente modificados (GM), v) variedades com valor real e potencial, segundo as perspectivas dos agricultores e, vi) as redes sociais de intercâmbio de sementes. Resultados preliminares apontaram a presença de 1513 populações de milho (comum pipoca e doce) nos municípios de Anchieta e Guaraciaba, mantidas e identificadas com um nome próprio dado pelos agricultores, revelando a importância da região no processo de diversificação do milho (COSTA, 2013; SILVA, 2015).

Também foram identificados por Costa (2013) e Silva (2015) alguns dos riscos para a conservação da diversidade, já que uma grande parcela da diversidade de variedades locais está sendo manejada por poucos agricultores e de idade avançada. Ainda aponta-se a presença de milho híbrido e transgênico, próximo aos milhos crioulos, em grande parte das propriedades; e a falta de informações das variedades locais e do conhecimento associado a esses recursos genéticos. Um dos resultados não esperados das entrevistas foram os relatos da presença de populações de teosintos (SILVA et al., 2015) e seu uso para pastagem. A presença de um parente silvestre do milho juntamente com a importante diversidade da espécie domesticada permitiram indicar a região como um microcentro da diversidade do gênero *Zea* (COSTA et 2016) e agregar ainda mais importância à diversidade da região.

Estudos posteriores com coletas e entrevistas específicas sobre manejo e seleção permitiram identificar a predominância das mulheres na conservação do milho pipoca, suas estratégias de seleção e redes de troca de sementes (SILVA, 2015; SILVA et al., 2016). Foram identificadas novas raças de pipoca com a caracterização de espigas (SILVA et al. no prelo), além da identificação de variedades locais de milhos doces (SOUZA, 2015). Ainda não há informação de como são as estratégias de conservação dos milhos comuns, quais são seus efeitos na diversidade e seus potenciais. Considerando o EOSC como uma microrregião, qualquer estratégia de conservação requer conhecimentos das relações entre os tipos de milhos e teosintos e a evolução de sua diversidade.

Nesse sentido, a presente Tese tem como propósito ampliar o conhecimento da diversidade genética do milho crioulo cultivado nos municípios de Anchieta e Guaraciaba. A mesma foi desenvolvida no âmbito do Projeto *Mays*, denominado *Proposta Integrada e Participativa de Conservação on farm e ex situ, Manejo e Uso de Variedades Crioulas de Milho- Comum e Milho-Pipoca, Conservadas por Agricultores Familiares do Oeste de Santa Catarina e Sudoeste do*

Paraná, coordenado pelo NEABio e aprovado pelo Edital 582010 do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Caracterizar a diversidade das variedades locais de milho comum dos municípios de Anchieta e Guaraciaba, localizados na microrregião Extremo Oeste de Santa Catarina, Sul do Brasil, no contexto da conservação *in situ-on farm*, com o intuito de subsidiar propostas integradas de conservação dos recursos genéticos locais.

Descrição...

1.2.2 Objetivos Específicos

- 1- Caracterizar os agricultores, as propriedades, as práticas de manejo e os usos associados com a conservação *in situ-on farm* de milho comum.
- 2- Determinar uma amostragem adequada para a coleta de germoplasma local no contexto da conservação *in situ-on farm* de variedades locais de milho.
- 3- Caracterizar a diversidade genética das variedades locais de milho conservadas *in situ-on farm*, por médio de polimorfismos de base única (SNP).
- 4- Caracterizar agro morfologicamente e por raças algumas variedades locais de milho conservadas *in situ-on farm*.

1.3 REFERÊNCIAS

- ANDERSON, E.; CUTLER, H. C. Races of Zea Mays: I. Their Recognition and Classification. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, v. 29, n. 2, p. 69–88, 1942.
- BELLON, M. R.; BRUSH, S. B. KEEPERS OF MAIZE IN CHIAPAS MEXICO. *Economic Botany*, v. 48, n. 2, p. 196–209, 1994.
- BRACCO, M.; LIA V. V.; POGGIO, L.; CAMARA, J. A.; GOTTLIRB, A. M. Genetic diversity in maize landraces from indigenous settlements of Northeastern Argentina. *Genetica*, v. 135, n. 1, p. 39–49, 2009.
- BRACCO, M.; LIA V. V.; POGGIO, L.; CAMARA, J. A.; GOTTLIRB, A. M. Caracterización Genética de Razas de Maíz Autoctonas de Misiones Argentina. *Revi. Cien. Tecnol.*, v. 15, n. 20, p. 52–60, 2013.
- BENNETT, M. D. DNA amount, latitude and crop plant distribution. In "Current Chromosome Research" eds. K. Jones and P. E. Brandham. Elsevier/North Holland Biomedical Press, Amsterdam, The Netherlands, pp. 151–158, 1976.
- BRETTING, P. K.; GOODMAN, M. M. Karyotypic variation in Mesoamerican races of maize and its systematic significance. *Economic Botany*, v. 43, n. 1, p. 107–124, 1989.
- BRETTING, P. K.; GOODMAN, M. M.; STUBER, C. W. Karyological and isozyme variation in West Indian and allied American Mainland races of maize. *American journal of botany* p. 1601–1613, 1987.
- BRIEGER, F. G. et al. Races of maize in Brazil and other eastern south american countries. Disponível em: http://www.ars.usda.gov/sp2UserFiles/Place/50301000/Races_of_Maize/RoM_Brazil_0_Book.pdf. Acesso em: 23 fev. 2016.
- BROWN, W. L. Races of maize in the west indies. Disponível em: http://www.ars.usda.gov/sp2UserFiles/Place/50301000/Races_of_Maize/RoM_West-Indies_0_Book.pdf. Acesso em: 23 fev. 2016.
- BROWN, W. L. Broader germplasm base in corn and sorghum. *Proc Annu Corn Sor Res Conf*, 1975.

BRUSH, S. B. Reconsidering the green revolution: Diversity and stability in cradle areas of crop domestication. *Human Ecology*, v. 20, n. 2, p. 145–167, 1992.

CAMACHO-VILLA, T. C.; MAXTED, N.; SCHOLTEN, M.; FORD-LLOYD, B. Defining and identifying crop landraces. *Plant Genetic Resources: characterization and utilization*, v. 3, n. 3, p. 373–384, 2005.

CANCI, I. Relações dos sistemas informais de conhecimento no manejo da agrobiodiversidade no Oeste de Santa Catarina. 2006. 204 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2006.

CLEMENT, C. R.; COLE, D. M.; VIVAN, J. L. Conservação on farm. In: NASS, L. L. (Ed.). *Recursos genéticos vegetais*. Brasília DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2007. p. 511–544.

COSTA, F. M. Diversidade genética e distribuição geográfica: uma abordagem para a conservação on farm e ex situ e o uso sustentável dos recursos genéticos de milho do Oeste de Santa Catarina. 2013. 211 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2013.

CROMWELL, E.; COOPER, D.; MULVANY, P. Definiendo la biodiversidad agrícola. In: CIP-UPWARD (Ed) *Conservación y uso sostenible de la biodiversidad agrícola: libro de consulta: entendiendo la biodiversidad*. Los Baños, Centro Internacional de la Papa Perspectivas de los Usuarios con la Investigación y el Desarrollo Agrícola, 2003. p. 5–13.

CUTLER, H. C. Races of maize in south america. *Bot. Mus. Leaflet. Harv. Uni.*, v. 12, p. 257–292, 1946.

DA SILVEIRA, R. P. Diversidade de variedades crioulas de tomate conservadas por camponeses no município de Anchieta, oeste de Santa Catarina. 2015. 179 p. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2015.

DE BOEF, W. S.; THIJSSSEN, M. H.; OGLIARI, J. B.; STHAPIT, B. R. Biodiversidade e agricultores. Fortalecendo manejo comunitário. Porto Alegre, L&PM. 2007. 272 p.

DOEBLEY, J. F.; GOODMAN, M. M.; STUBER, C. W. Isozyme variation in the races of maize from Mexico. *American Jour. Botany*, v. 72, n. 5, p. 629–639, 1985.

FAO. Global Plan of Action for the Conservation and Sustainable Utilization of Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. 1996. Disponível em: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/meeting/015/aj631e.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2016.

FAO. El Segundo Informe sobre el estado de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura en el mundo. 2011. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/014/i1500s/i1500s00.htm>. Acesso em: 11 jan. 2016.

FRANKEL, O. H.; BROWN, A. H.; BURDON, J. J. The conservation of plant biodiversity. Cambridge University Press. 1995. 299 p.

GEPTS, P. Plant genetic resources conservation and utilization: The accomplishments and future of a societal insurance policy. *Crop Science*, v. 46, n. 5, p. 2278–2292, 2006.

GLIESSMAN, S. Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável. Porto Alegre: UFRGS, 2000. 653 p.

GOODMAN, M. M. Broadening the U. S. maize germplasm base. *Maydica*, v. 50, p. 203–214, 2005.

GOODMAN, M. M.; BIRD, R. M. The Races of Maize IV: Tentative Grouping of 219 Latin American Races 1. *Economic Botany*, v. 31, n. June, p. 204–221, 1977.

GOODMAN, M. M.; STUBER, C. W. Races of maize. 6: Isozyme variation among races of maize in Bolivia. *Maydica*, v. 28, p. 169–187. 1983.

HALLAUER, A.; CARENA, M. J.; MIRANDA FILHO, J. B. Quantitative genetics in maize breeding. 3a. ed. Handbook of Plant Breeding Volume 6. New York, Springer. 2010. 663 p.

HAZELL, P. Instability in indian foodgrain production. Washintong, International Food Policy Research Institute. 1982. 64 p.

KIST, V.; OGLIARI, J.B.; MIRANDA, J. B.; ALVES, A. C. Genetic Potential of a Maize Population from Southern Brazil for the Modified Convergent–Divergent Selection Scheme. *Euphytica*, v. 176, n. 1, p. 25–36, 2010.

KUHNEN, S.; LEMOS, P. M.M.; CAMPESTRINI, L.H.; OGLIARI, J.B.; DIAS, P. F.; MARASCHIN, M. Antiangiogenic Properties of Carotenoids: a Potential Role of Maize as Functional Food. *Journal of Functional Foods*, v. 1, n. 3, p. 284-290, 2009.

KUHNEN, S.; MENEL. L.P.M.; CAMPESTRINI, L.H.; OGLIARI, J.B.; DIAS, P. F.; MARASCHIN, M. Carotenoid and Anthocyanin Contents of Grains of Brazilian Maize Landraces. *Journal of the science of food and agriculture*, v. 91, n. 9, p. 1548–53, 2011.

KUHNEN, S.; OGLIARI, J.B.; DIAS, P.F.; DA SILVA, S.M.; FERREIRA A.G.; BONHAM, C.C.; MARASCHIN, M. Metabolic fingerprint of Brazilian maize landraces silk (stigma/styles) using NMR spectroscopy and chemometric methods. *Journal of agricultural and food chemistry*, v. 58, n. 4, p. 2194-2200, 2010.

LI, Y. et al. A Phenotypic Diversity Analysis Of Maize Germplasm Preserved In China *Maydica*, v 2;1 107-114. 2002.

HAWKES, J. G. The diversity of crop plants. Harvard University Press, 1983.184 p.

HUNTER, D.; HEYWOOD, V. A Manual of *in situ* conservation. New York, NY: Earthscan, 2011. 441 p.

KUHNEN, S.; MENEL. L.P.M.; CAMPESTRINI, L.H.; OGLIARI, J.B.; DIAS, P. F.; MARASCHIN, M. Carotenoid and Anthocyanin Contents of Grains of Brazilian Maize Landraces. *Journal of the science of food and agriculture*, v. 91, n. 9, p. 1548–53, 2011.

LONGLEY, A. E.; KATO YAMAKAKE, T. A. Chromosome morphology of certain races of maize in latin america. Disponível em: http://www.ars.usda.gov/sp2UserFiles/Place/50301000/Races_of_Maize/Chromosome_Latin-Am_0_Book.pdf. Acesso em: 23 fev. 2016.

LOUETTE, D.; CHARRIER, A.; BERTHAUD, J. In situ conservation of maize in mexico: genetic diversity and maize seed management in a traditional community. *Economic Botany*, v. 51, n. 1, p. 20–38, 1997.

LOUETTE, D.; SMALE, M. Farmers' seed selection practices and traditional maize varieties in Cuzalapa, Mexico. *Euphytica*, v. 113, p. 25–41, 2000.

MARTÍNEZ-GÓMEZ, F. La globalización en la agricultura: las negociaciones internacionales en torno al germoplasma agrícola. Mexico: Plaza y Valdes, 2002. 264 p.

MAXTED, N.; HAWKES, J. G.; GUARINO, L.; SAWKINS, M. Towards the selection of taxa for plant genetic conservation. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 44(4), 337-348. 1997.

MC CLINTOCK, B.; TAKEO, A. K.; BLUMENSCHNEIN, A. Chromosome constitution of races of maize. Chapingo: Colegio de Posgraduados, 1981. 552 p.

MIKEL, M. A. Genetic Composition of Contemporary U.S Commercial Dent Corn Germoplasm. *Crop Science*, v. 51, n. April, p. 592–599, 2011.

NASS, L. L. Recursos genéticos vegetais. Brasília DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2007. 858p.

OGLIARI, J. B. ALVES, A.C.; KIST, V.; FONSECA, J.A.; BALBINOT, A. Análise da diversidade genética de variedades locais de milho. Resumo II congresso Brasileiro de Agroecologia, p. 191–195, 2007.

OGLIARI, J.B.; KIST, V.; CANCI, A. The participatory genetic enhancement of a local maize variety in Brazil. In: *Community Biodiversity Management – Promoting resilience and the conservation*

of plant genetic resources. Ed. Earthscan from Routledge, 2013 p. 265-271.

O.N.U. Convenio Sobre la Diversidad Biológica. Disponível em: <https://www.cbd.int>. Acesso em: 8 mar. 2016.

OROZCO-RAMÍREZ, Q.; ROSS-IBARRA, J.; SANTACRUZ-VARELA, A.; BRUSH, S. Maize diversity associated with social origin and environmental variation in Southern Mexico. *Heredity*, v. 116, p. 477-484, 2016.

OSÓRIO, G. T. A dinâmica da Conservação de Variedades Crioulas no Oeste Catarinense: um Estudo a Partir de Alface e Radice em Anchieta e Guaraciaba/SC. 2015. 110 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2015.

PATERNIANI, E.; GOODMAN, M. M. Races of maize of Brasil and adjacent areas. Mexico, CIMMYT, 1977.101p.

PATERNIANI, E.; NASS, L. L.; SANTOS, M. X. O valor dos recursos genéticos de milho para o Brasil: uma abordagem histórica da utilização do germoplasma. In: UDRY, C.; DUARTE, W. (Eds.). Uma história brasileira do milho: o valor dos recursos genéticos. Brasília DF: Paralelo, 2000. p. 11–41.

PINHEIRO DE CARVALHO, M. Â. A. P.; GANANÇA, J. F. T.; ABREU, I.; SOUSA, N. F.; DOS SANTOS, T. M. M.; VIEIRA, M. R. C.; MOTTO, M. Evaluation of the maize (*Zea mays* L.) diversity on the Archipelago of Madeira. *Genetic Resources and Crop Evolution*, v. 55, n. 2, p. 221–233, 2008.

PRASANNA, B. M. Diversity in global maize germplasm: Characterization and utilization. *Journal of Biosciences*, v. 37, n. 5, p. 843–855, 2012.

PRESSOIR, G.; BERTHAUD, J. Patterns of population structure in maize landraces from the Central Valleys of Oaxaca in Mexico. *Heredity*, v. 92, n. 2, p. 88–94, 2004a.

PRESSOIR, G.; BERTHAUD, J. Population structure and strong divergent selection shape phenotypic diversification in maize landraces. *Heredity*, v. 92, n. 2, p. 95–101, 2004b.

RODRÍGUEZ-PÉREZ, G.; ZAVALA-GARCÍA, F.; OJEDA-ZACARÍAS, C.; GUTIÉRREZ-DIEZ, A.; TREVIÑO-RAMÍREZ, J. E.; RINCÓN-SÁNCHEZ, F. Diversidad de maíces criollos de Nuevo León, México, mediante afluencia y caracteres morfológicos. *Agronomía Mesoamericana*, v. 23, n. 2, p. 29–39, 2012.

RUIZ DE GALARRETA, J. I.; ALVAREZ, A. Morphological classification of maize landraces from northern Spain. *Genetic Resources and Crop Evolution*, v. 48, p. 391–400, 2001.

SILVA, N. C. A. Conservação, diversidade e distribuição de variedades locais de milho e seus parentes silvestres no extremo oeste de Santa Catarina, sul do Brasil. 2015. 236 p. Tese (Doutorado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2015.

SILVA, N. C. A.; VIDAL, R.; COSTA, F. M.; VAIO, M.; OGLIARI, J. B. Presence of *Zea luxurians* (durieu and ascherson) bird in Southern Brazil: Implications for the conservation of wild relatives of maize. *PLoS ONE*, v. 10, n. 10, p. 1–16, 2015.

SILVA, N. C. D. A.; VIDAL, R.; MACARI, J.; OGLIARI, J. B. Diversidade de variedades locais de milho-pipoca conservada *in situ- on farm* em Santa Catarina: um germoplasma regional de valor real e potencial desconhecido. *Revista Agropecuaria Catarinense*, v. 29, n. 1, p. 78–85, 2016.

SOUZA, R. DE. Diversidade de variedades crioulas de milho doce e adocicado conservadas por agricultores do oeste de Santa Catarina. 2015. 190 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2015.

VAN HEERWAARDEN, J.; HELLIN, J.; VISSER, R. F.; VAN EEUWIJK, F. A. Estimating maize genetic erosion in modernized smallholder agriculture. *Theoretical and Applied Genetics*, v. 119, n. 5, p. 875–888, 2009.

VAZ PATTO, M.; MOREIRA, P. M.; CARVALHO, V.; PEGO, S. Collecting maize (*Zea mays* L . convar . mays) with potential technological ability for bread making in Portugal. *Genetic Resources and Crop Evolution*, v. 54, p. 1555–1563, 2007.

VAZ PATTO, M. C.; MOREIRA, P. M.; ALMEIDA, N.; SATOVIC, Z.; PEGO, S. Genetic diversity evolution through participatory maize breeding in Portugal. *Euphytica*, v. 161, n. 1-2, p. 283–291, 5 jul. 2008.

VIGOUROUX, Y.; LAUBITZ, J. C.; MATSUOKA, Y.; GOODMAN, M. M.; SÁNCHEZ G, J. DOEBLEY, J. Population structure and genetic diversity of New World maize races assessed by DNA microsatellites. *American Journal of Botany*, v. 95, n. 10, p. 1240–53, out. 2008.

VOGT, G. A. A dinâmica do uso e manejo de variedades locais de milho em propriedades agrícolas familiares. 2005. 127 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2005.

WELLHAUSEN, E. J.; FUENTES, A. O.; HERNANDEZ, A.C.; MANGELSDORF, P. Races of Maize in Central America. Washintong, D.C.: NAS-NRC, 1957. 137p.

WELLHAUSEN, E. J.; ROBERTS, L. M.; HERNANDEZ, X. Maíz en México, su origen, características. Mexico, SAG-Fundación Rockefeller, 1951, 239 p.

ZEDER, M. A. Central questions in the domestication of plants and animals. *Evolutionary Anthropology*, v. 15, n. 3, p. 105–117, 2006.

ZEVEN, A. Landraces: a review of definitions and classifications. *Euphytica*, n. 183643, p. 127–139, 1998.

2 CAPÍTULO I

Conservação *in situ-on farm* de milho comum no Extremo Oeste de Santa Catarina

RESUMO

As variedades locais conservadas *in situ-on farm* são dinâmicas e evoluem como resposta às condições ambientais de solo, relevo e clima, bem como em resposta à diversidade de manejos dos agricultores. A compreensão da evolução das variedades locais requer, portanto, a realização de estudos sobre a diversidade dos agricultores responsáveis pela conservação *in situ-on farm*. A região Extremo Oeste de Santa Catarina caracteriza-se pela diversidade de espécies cultivadas e de variedades locais, sobretudo de milho, que são conservadas *in situ-on farm*. A riqueza e diversidade de variedades locais de diferentes tipos de milho e a presença simpátrica de parentes silvestres (teosintos) permitiram indicar previamente a região como um “microcentro” de diversidade de *Zea mays* L. Pesquisas anteriores indicaram que existem na região tipos diferentes de grãos (pipoca, dentados, duros e doces) associados a diferentes usos. As práticas de manejo e seleção como as redes de troca foram caracterizadas para as variedades locais de milho do tipo pipoca. Contudo, não há uma caracterização das práticas de manejos e seleção nem de sua relação com a diversidade de variedades locais de milho comum. O objetivo do estudo foi caracterizar a conservação *in situ-on farm* das variedades locais de milho comum dos municípios de Anchieta e Guaraciaba. Para tanto, foram entrevistados 144 agricultores, no período de janeiro a julho de 2013 e, a partir disso, foram obtidas informações sobre os agricultores, as variedades locais, as estratégias de manejo e seleção e intercâmbio de sementes. Os dados foram analisados mediante estatísticas descritivas, identificando as diferenças significativas com os testes Chi-quadrado e *t*. Com base no método de árvores de regressão CHAID, foram caracterizados os grupos de agricultores que conservam significativamente mais diversidade. A riqueza das variedades locais de milho e sua diversidade estão homogeneamente distribuídas entre a população rural. A maioria dos agricultores conserva uma variedade e existem processos voluntários e involuntários de fluxo gênico. A área de plantio das variedades e a doação de sementes são as características que agrupam os agricultores que conservam mais variedades. As mudanças de sistemas de produção do território podem ser um risco para a conservação das variedades, caso

não seja reconhecida a diversidade de valores associados aos usos, que as mantêm sob cultivo na região.

Palavras-chaves: conhecimento local, fluxo gênico, gênero, nomes locais, recursos genéticos, seleção, valores de usos.

2.1 INTRODUÇÃO

A agricultura mundial passou por uma mudança significativa durante o século XX. Até a metade do século passado, a população do Brasil era predominantemente rural e a agricultura baseada em sistemas tradicionais, onde a maioria dos fatores produtivos (sementes incluídas) vinham da própria fazenda. Nos últimos cinquenta anos, a população rural passou de 56% a 15% e a agricultura virou um processo industrializado, baseado em fatores produtivos, na maior parte, de fora da propriedade (máquinas, combustível, produtos químicos e sementes de variedades comerciais). Quanto à origem das sementes, a produção industrializada requiera de sementes homogêneas, atualmente as cultivares comerciais melhoradas e geneticamente uniformes dominam a produção agrícola e substituem significativamente a rica diversidade de variedades tradicionalmente cultivadas pelos agricultores. As variedades tradicionais, geralmente conhecidas como 'variedades crioulas', 'variedades do agricultor', 'variedades primitivas' ou 'variedades locais', têm sido mantidas por agricultores *in situ-on farm*, dentro de seu contexto biológico, cultural e sócio-econômico (CAMACHO-VILLA et al., 2005; ZEVEN, 1998).

Desde o início do melhoramento genético, as variedades locais foram uma das principais fontes de genes para resistência a pragas e doenças, adaptação a ambientes adversos e outras características agrícolas, como as plantas do tipo anão, que contribuíram para a revolução verde, em muitas partes do mundo (ESQUINAS-ALCAZAR, 1993). Entre os agricultores, as variedades locais são valorizadas pelo seu uso na alimentação da família, pela sua adaptação ou, simplesmente, como parte da tradição (NEGRI, 2003). Portanto, os impactos da perda de variedades locais não são somente os óbvios associados à erosão genética, mas também aqueles associados à perda de tradições culturais das comunidades. As variedades locais conservadas *in situ-on farm* fazem parte de um processo dinâmico de evolução, em resposta à diversidade das condições ambientais definidas pelo solo, relevo e clima, bem como à diversidade de manejos dos agricultores (CAMACHO-VILLA et al., 2005, JARVIS; PADOCH; COOPER, 2011; OGLIARI et al., 2013). As práticas de conservação, seleção e cultivo das variedades locais são parte da cultura e tradição das famílias. Os contextos sociais determinam as diferentes tarefas dos indivíduos segundo o gênero, a idade ou o estrato social. Estas responsabilidades, socialmente determinadas, afetam o conhecimento, as ações e o acesso aos recursos relacionados com a conservação da

diversidade (JARVIS et al., 2000). A compreensão da evolução das variedades locais requer, portanto, a realização de estudos sobre a diversidade dos agricultores responsáveis pela conservação in situ-on farm.

Entre as variáveis que podem determinar diversidade dos agricultores JARVIS et al.(2000) citam: idade, gênero, etnia, riqueza, condição social, posse da terra e área de cultivo.

Frequentemente, a diversidade de variedades e seu conhecimento são concentrados nos indivíduos mais idosos. Em Camarões, por exemplo, são os homens de mais idade aqueles que conservam mais variedades e agem como reserva de diversidade para a comunidade. Nos casos em que as variedades não são repassadas para as novas gerações, a diversidade pode estar em risco com o tempo (ALVAREZ et al., 2005).

O gênero é uma variável relevante para a conservação da diversidade especialmente quando determina responsabilidades diferentes relacionadas com as culturas e as sementes. Os conhecimentos exclusivos de homens ou mulheres podem variar de uma cultura a outra ou dentro da mesma cultura. Estas diferenças são o resultado das preferências e trabalhos associados aos sexos. A natureza dos conhecimentos associados aos gêneros requer que as informações sejam relevadas diretamente com as pessoas que conservam as variedades. Na região de Oaxaca, México, BELLON et al.(2003) identificaram diferenças significativas quanto a importância relativa que deram homens e mulheres ao avaliar um mesmo grupo de variedades.

A etnia é a combinação da diversidade de diferenças culturais e sociais que existem entre os grupos associadas com sua origem. As etnias têm diferentes tradições e culturas de alimentação o que pode ser relevante para a conservação da diversidade. OROZCO-RAMÍREZ et al.(2016), no sul do México, comparam a diversidade de variedades de milho dos povos Mixteco e Chatino, e identificaram que o efeito etnia explicava mais a diversidade que as diferenças de altitude. Em Amatlán, México, segundo Sandstrom (1992), os mestiços e indígenas diferem nas preferências de cor de grão. Os milhos usados em rituais pelos indígenas são portadores de grãos pretos e vermelhos, enquanto os mestiços preferem os milhos brancos para esse mesmo fim.

A ligação entre a riqueza ou área de terra e conservação é variável de acordo com o contexto do ecossistema e sócio econômico e, com base nisso, a riqueza pode estar correlacionada positiva ou negativamente com a diversidade. Segundo Rana et al. (2007), as famílias mais pobres do Nepal, com limitação de recursos, mantêm as variedades mais adaptadas a seca como forma de garantir o sustento. Por

outro lado, as famílias com mais recursos escolhem variedades de mais qualidade, inclusive sendo de menor adaptação, porque o objetivo principal é obter melhores preços no mercado e não alimentar a família. As condições sociais podem estar vinculadas ao nível de riqueza ou não. Indivíduos com uma condição social particular, como as lideranças locais, podem ter acesso a experimentar novas variedades ou conhecimentos de técnicas de manejo. Pessoas com funções em rituais ou ações culturais específicas têm conhecimentos únicos da diversidade cultivada.

Outros aspectos importantes para estudar a diversidade dos agricultores são o manejo, seleção e o fluxo das variedades locais. As práticas de manejo fitotécnico - preparação de solos, uso de insumos, formas de plantio - criam um microambiente que favorece certas adaptações. Os critérios para escolher quais e quantas sementes serão usados no próximo plantio afetam a diversidade das variedades e propriedade. A seleção pode ser feita por diferentes critérios agromorfológicos (ciclo, cor de grão, tipo da espiga) ou de usos. As variedades difíceis de diferenciar morfológicamente ou sem usos ou valores específicos têm mais risco de perda ou substituição (BOSTER, 1985). O fluxo de variedades incluídas atividades diretas de troca e doação de sementes, assim como as indiretas são resultantes das distâncias de isolamentos e diferenças na data de plantio. A troca de sementes entre agricultores favorece a conservação, quando permite recuperar variedades perdidas. No México, as variedades recebidas de um vizinho trazem os conhecimentos associados de forma eficiente e confiável (BADSTUE et al., 2006). O fluxo de sementes e pólen entre as populações locais de milho permitem formar meta-populações mais diversas e evitar processos de endogamia (LOUETTE, 1994; LOUETTE; SMALE, 2000).

A região Extremo Oeste de Santa Catarina (EOSC), Sul do Brasil, caracteriza-se pela diversidade de espécies e variedades que são conservadas *in situ-on farm* (OSÓRIO, 2015, DA SILVEIRA, 2015, SILVA et al., 2015, CANCI, 2006). Com respeito às variedades locais do milho, muitos trabalhos já foram conduzidos na região para dimensionar a riqueza e abundância dessa diversidade (VOGT, 2005; COSTA, 2013, SOUZA, 2015; SILVA, 2015). Para algumas variedades locais de milho comum e pipoca, também foram conduzidos estudos para conhecer o potencial genético quanto às principais características agrônômicas, nutricionais e gastronômicas (KUHNE et al., 2011; UARROTA et al. 2011; OGLIARI et al., 2013; KIST et al., 2014; SILVA et al., 2016).

A identificação de germoplasma de milho comum promissor e de elevado potencial para uso em programas de melhoramento levou ao NEABio a desenvolver uma metodologia de diagnóstico da diversidade capaz de orientar a definição de estratégias integradas e participativas de manejo, uso e conservação da agrobiodiversidade. O Censo da Diversidade, tal como foi denominado e descrito em Costa et al. (2016), permitiu caracterizar toda a diversidade de variedades de milho e a presença simpátrica de parentes silvestres do milho, em dois municípios do EOSC. As autoras identificaram 136 populações de teosintos e 1.513 populações de variedades locais de milho, dentre as quais 1.078 eram variedades de milho pipoca, 337 de milho comum, 61 de milho doce/adocicado e 37 de milho farináceo. Além de caracterizar a diversidade pela quantificação de populações locais, o Censo da Diversidade também possibilitou a caracterização morfológica do grão (tipo de endosperma, tamanho e cor), a diversidade de nomes, os valores associados aos usos, bem como as redes sociais de sementes e a distribuição geográfica de todas as populações locais de milho. Com base nessas informações, o Censo da Diversidade permitiu indicar a região EOSC como um “microcentro” de diversidade da espécie *Zea mays* L. (Costa et al., 2016) e, por essa razão, a região e o milho foram escolhidos para a realização da presente pesquisa.

São escassos os trabalhos que estudaram as práticas de manejo e seleção de variedades locais conservadas por agricultores da região EOSC. Silva (2015) caracterizou o manejo e as redes das agricultoras que conservam milho pipoca, assim como Souza (2014) o fez para o milho doce. O milho comum apresenta valores de usos diferentes dos milhos pipoca e doce. Contudo, não existem trabalhos sobre a caracterização das práticas de manejo e seleção nem de sua relação com a diversidade das variedades locais para os diferentes tipos de milho dessa região.

Com base nessa contextualização, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar a conservação *in situ-on farm* das variedades locais de milho comum da região EOSC. Com tal objetivo busca-se responder as seguintes perguntas: (i) Quais características dos agricultores estão associadas com a diversidade de variedades locais? (ii) Quais particularidades do manejo fitotécnico e genético (seleção) e de usos estão associadas com a diversidade de variedades locais? (iii) Como é o fluxo gênico entre as variedades locais conservadas *on farm* pelos agricultores? Identificados os elementos críticos da conservação da diversidade, será estabelecida uma pauta para favorecer a conservação *in situ-on farm* das variedades locais de milho comum da região EOSC.

2.2 MATERIAL E METODOS

2.2.1 Diagnostico da diversidade

A metodologia de ‘Diagnóstico da Diversidade’ da presente pesquisa foi desenvolvida com o intuito de caracterizar as estratégias de manejo fitotécnico, a seleção e os conhecimentos dos agricultores associados à diversidade de variedades de milho comum (MC) da região EOSC, definida pelos agricultores da região como o conjunto dos milhos dentados, semi-dentados duros, doces e farináceos.

A metodologia ‘Diagnóstico da Diversidade’ consistiu na realização de entrevistas semi-estruturadas, baseadas em questões fechadas e abertas, focadas em seis eixos temáticos: 1) identificação da informante local e caracterização da propriedade; 2) identificação e caracterização das variedades locais de milho conservadas na propriedade (características morfológicas, origem, tempo de conservação pela família, tempo de cultivo na propriedade e valores associados aos usos); 3) identificação das estratégias de manejo fitotécnico local; 4) identificação das estratégias e critérios de seleção e melhoramento genético, 5) identificação e caracterização das redes de intercâmbio de sementes e; 6) identificação dos processos e causas de erosão genética (Apêndice A).

Para as perguntas relacionadas à morfologia de espigas e grãos, foi utilizada uma cartilha com fotos dos descritores do milho descritos em França e Costa (2010). Esse material foi elaborado especificamente para o ‘Diagnóstico da Diversidade’, nos casos em que não era possível ter contato visual com espigas e grãos, no momento da entrevista (Apêndice B).

Com o objetivo de verificar o tempo de realização da entrevista e validar o questionário, foram entrevistados 10 agricultores previamente à definição do questionário definitivo. O ‘Diagnóstico da Diversidade’ propriamente dito foi realizado no período de janeiro a julho de 2013. Os dados foram coletados a partir de entrevistas realizadas diretamente com os responsáveis da família pela manutenção das variedades locais.

A definição do tamanho da amostra de agricultores entrevistados no ‘Diagnóstico da Diversidade’ foi baseada nas informações geradas previamente pelo ‘Censo da Diversidade’ (Costa et al., 2016) de *Zea mays* L., realizado nos municípios de Anchieta e Guaraciaba. Com base no número total de agricultores que conservam variedades locais de MC, foi definido o tamanho de amostra, por meio da estratégia de

amostragem estratificada de Partilha Ótima (NEYMAN, 1938). A variável de estratificação escolhida foi a classe fundiária, por considerar que as estratégias de conservação e manejo poderiam variar de acordo com o nível socioeconômico dos agricultores (Tabela 1). A partir disso, buscou-se transformar uma população supostamente heterogênea em homogênea. O tamanho de amostra foi constituído por 144 agricultores, considerando uma margem de erro de 5%.

Tabela 1- Número de agricultores mantenedores de variedades locais de milho de Anchieta e Guaraciaba e tamanho de amostra segundo a classe fundiária para o Diagnóstico da Diversidade pelo método de amostragem estratificada de Partilha Ótima

Classe fundiária (ha)	Censo da Diversidade*	Diagnóstico da Diversidade
Até 5	54	19
5,01-10	63	31
10,01-15	75	41
15,01-20	55	20
20,01-30	3	19
Maior que 30	28	14
Total	317	144

Fonte: Censo da Diversidade (Costa et al. 20161)

Após a definição do tamanho da amostra, foram selecionados os agricultores participantes da pesquisa, por meio de sorteio aleatório, realizado com o auxílio do programa estatístico SPSS 2.2 (SPSS, 2009).

A coleta de espigas e sementes foi realizada nessa oportunidade, em que as entrevistas foram realizadas. O número de variedades locais de milho (116) e a quantidade de semente coletada por variedade nos dois municípios (Anchieta e Guaraciaba) variou conforme a disponibilidade dos agricultores na ocasião da coleta.

2.2.2 Análise

Para cada variável, foi realizada análise exploratória e inferência dos dados por meio de estatísticas descritivas, conforme o número de observações que apresentaram dados completos. Foram categorizadas as variáveis idade do agricultor, tempo de conservação da variedade, área da propriedade, área cultivada de milho, e isolamento temporal e

espacial, para facilitar a comparação e identificação de grupos de agricultores.

Para caracterizar os agricultores que conservam as variedades locais, foram analisadas as estatísticas descritivas e a distribuição de frequências das variáveis segundo os seguintes aspectos: i) características dos agricultores (gênero, idade, ascendência, formação, tempo que mora na região, participação em grupos ou organizações locais), ii) dados das propriedades (área da propriedade, principal renda, tipo de milho plantado, destino da produção), iii) características das variedades locais (quantidade, origem, anos na família, usos e preferências, área plantada, nomes, cor e tipo de grão), iv) manejo fitotécnico (lavoura, plantio, isolamento) e práticas de seleção. As diferenças de médias foram testadas com o teste t , considerando um intervalo de confiança de 95%. As diferenças de frequências associadas às variáveis não paramétricas foram testadas com uma significância de 5% com o teste Chi-quadrado.

Com o objetivo de identificar o melhor indicador de diversidade conservada pelo agricultor, foram feitas as correlações lineares de Pearson (r) entre as características quantidade de variedades locais, cor de grão, tipo de grão, usos e nomes das variedades, utilizadas por Costa et al. (2016) para caracterizar a microrregião EOSC. Para identificar grupos de características dos agricultores associadas à conservação da diversidade, foi feita uma análise de *Chi square Automatic Interaction Detector* (CHAID). O método de árvores de regressão ou análise CHAID (KASS, 1980) objetiva agrupar um conjunto de dados baseado na simplificação do número de variáveis discriminantes que melhor explica os segmentos gerados. Com os testes Chi-quadrado para variáveis discretas ou F para variáveis contínuas, ao nível de 5% de significância, selecionou-se os segmentos da população homogêneos e com diferenças estatisticamente significativas com respeito às variáveis-resposta.

As análises descritivas, os testes Chi-quadrado, e as correlações foram feitas com auxílio do software PAST 3.04 (HAMMER, 2001), a análise CHAID foi feita com o software STATISTICA 7 (STATSOFT, 2004).

2.3 RESULTADOS

2.3.1 Perfil dos agricultores e propriedades

Foram entrevistados 144 agricultores, 74 de Anchieta e 70 de Guaraciaba, que em conjunto conservam 233 variedades locais de MC. Do total dos entrevistados, 79 eram homens e 65 mulheres; considerando a paridade de gênero, esta diferença na proporção de homens e mulheres não foi significativa ($p=0,813$). Também não foram detectadas diferenças significativas entre gêneros por município ($p=0,841$).

A amplitude de idade dos entrevistados variou de 23 a 87 anos e 56,2 anos foi a média de idade estimada para os dois gêneros em conjunto. Quando a média de idade foi estimada por gênero, 57,5 e 54,6 respectivamente. As percentagens de homens e mulheres (Figura 1) em quatro classes etárias - menores que 35 anos, de 35 a 49 anos, de 50 a 64 anos e mais de 64 anos - não apresentaram diferenças significativas ($p=0,519$). Também não foram detectadas diferenças significativas entre classes etárias de diferentes municípios ($p=0,202$).

Perguntados sobre a ascendência (Tabela 2), a maioria dos entrevistados (frequência absoluta: 84; frequência relativa: 58%) respondeu que era de origem italiana; os seguintes grupos em importância foram alemã (39; 27%) e brasileira (12; 9%). Nenhum dos entrevistados indicou a origem indígena, cabocla ou mestiça. A quantidade de descendentes de italianos foi significativamente maior em Anchieta ($p=0,001$) e mais alemã em Guaraciaba ($p=0,001$).

Tabela 2 - Quantidade de agricultores entrevistados no Diagnóstico da Diversidade segundo origem total e por município (Anchieta e Guaraciaba).

Origem	Anchieta	Guaraciaba	Total
Italiana	51	33	84
Alemã	11	28	39
Brasileira	9	3	12
Outros	3	6	9
	74	70	144

Sobre a formação escolar (Tabela 3), a maioria (112; 78%) tem ensino fundamental incompleto, 12 (8%) completaram o ensino

fundamental e 8(6%) tem ensino médio completo. Analisadas as respostas por município, não foram detectadas diferenças significativas ($p= 0,807$), assim como também não foram significativas entre gêneros ($p= 0,463$). Por faixa de idade, foram detectadas diferenças significativas ($p= 3,959 \times 10^{-9}$) para a faixa de menores de 35 anos, todos são escolarizados e para a faixa que compreende os entrevistados com mais de 60 anos não apresenta formação técnica completa.

Tabela 3 - Frequência absoluta de agricultores entrevistados segundo o nível de formação escolar por município (Anchieta e Guaraciaba), gênero e faixa de idade (anos).

	Anc.	Gua.	Homens	Mulheres	<35	35-60	60>
em							
Escolarização	2	3	2	3	0	0	5
Fundamental	57	55	60	53	2	57	53
Incompleto							
Fundamental	5	7	7	5	1	9	2
Completo							
Médio	2	1	1	2	2	1	0
Incompleto							
Médio	5	3	7	1	3	4	1
Completo							
Técnico ou	3	1	2	2	2	2	0
Superior							
Total	74	70	79	65	10	73	61

Para a variável ‘tempo de residência dos agricultores na região’, a amplitude de anos foi de 5 a 69 anos; a média total foi de 39 anos e por município foi de 37,8 e 40 anos, em Anchieta e Guaraciaba, respectivamente. Não foram detectadas diferenças significativas entre municípios ($p= 0,236$).

A média de pessoas por família foi de 3,24, em Anchieta e 3,25 em Guaraciaba (Tabela 4) não foram achadas diferenças significativas entre municípios ($p=0,360$).

Tabela 4 - Número médio, máximo, mínimo e mediana de integrantes por família por municípios.

	Média	Máximo	Mínimo	Mediana	Desvio Padrão
Anchieta	3,24	8	1	3	1,48
Guaraciaba	3,25	6	1	3	1,32
Total	3,24	8	1	3	1,77

Foi determinada uma elevada participação dos entrevistados em organizações locais, sendo que 128 (87%) participam de algum tipo de organização. Não foram achadas diferenças na por municípios ($p=0,680$) nem por gêneros ($p=0,085$), (Tabela 5). Analisando por instituições, as que tiveram mais participação foram sindicatos e igreja, com 79 e 77 respostas respectivamente.

Tabela 5 – Participação dos agricultores de organizações sociais segundo gênero e municípios.

Município	Gênero	Participa	Não participa
Anchieta	Mulheres	32	2
Anchieta	Homens	33	7
Anchieta	Total	65	9
Guaraciaba	Mulheres	29	2
Guaraciaba	Homens	34	5
Guaraciaba	Total	63	7
Total		128	16

A área média das propriedades dos entrevistados foi de 15,7 hectares, o mínimo de 600 metros quadrados e o máximo de 104 hectares. Não foi detectada diferença significativa entre municípios ($p=0,461$). A atividade principal e geradora de renda de 71 agricultores (49% do total) foi a produção de leite, de 40 (31%) foi a aposentadoria, de 10 (7%) foi a agricultura (grãos, mandioca, fumo etc.) e de 9 agricultores (6%) foram citadas atividades mistas. A quantidade de 43 agricultores de Anchieta com produção de leite, como a principal fonte de renda, foi significativamente maior do que a quantidade de 28 agricultores de Guaraciaba ($p = 0,030$), enquanto a aposentadoria como principal fonte de renda não diferiu entre os municípios ($p= 0,615$).

Dos agricultores entrevistados (144), 35 plantam unicamente milho de variedades locais (24%); das 109 propriedades que plantam milho de variedades locais e comerciais, 37 plantam híbridos transgênicos, cinco entrevistados não souberam dizer se era ou não transgênico. A área total plantada com milho comercial foi de 877 hectares, com uma média de 5,35 hectares por propriedade, um máximo de 51 e mínimo de 0.1 hectares. Por municípios as médias foram para Anchieta 4,24 hectares e 6,59 hectares para Guaraciaba, não foram identificadas diferenças significativas entre municípios ($p=0,07$). A área total plantada com variedades locais foi de 62 hectares e a média foi de 4.517m^2 . Em Anchieta, a média foi de 6.826m^2 e em Guaraciaba 2.106m^2 e as diferenças foram significativas entre municípios entre ($p=0,003$).

Com o objetivo de identificar diferenças de usos, foi analisado o destino das variedades comerciais. Em sete propriedades (6%), a produção das variedades de milho comercial foi exclusivamente para venda; em 70 propriedades (64%), as variedades comerciais foram exclusivamente para alimentação dos animais e em 32 (30%) para alimentação animal e da família, em nenhum caso as variedades comerciais foram exclusivamente para alimentação familiar.

Tabela 6 – Quantidade de agricultores entrevistado que plantam milhos comerciais e transgênicos e área implantada total

Comercial	Transgênico	Nº	%	Área (há)	%
Sim	Sim	37	26	504	56
Sim	Não	67	47	357	40
Sim	Não Sabe	5	3	16	2
Subtotal	-	109	76	877	97
Não	Não	35	25	19	4
Total	-	144	100	896	100

2.3.2 Perfil das variedades locais

A média de variedades locais de MC por agricultor foi de 1,62, com um mínimo de um e máximo de seis variedades. Dos 144 agricultores entrevistados, 86 (60%) conservam uma variedade local, 40 (27%) conservam duas variedades locais e 20 (14%) conservam três ou mais variedades. Quando são comparadas e as frequências de variedades conservadas por agricultor e por município (Tabela 7), não foram

detectadas diferenças significativas ($p= 0,846$). Não foram detectadas diferenças significativas entre as médias de idade dos agricultores que conservam uma ou mais de uma variedade local ($p= 0,598$). As médias de variedades locais conservadas segundo o gênero também não apresentaram diferenças significativas ($p= 0,369$). A ascendência dos agricultores e as fontes de renda não apresentaram diferenças significativas ($p= 0,940$ e $p= 0,242$, respectivamente), quanto ao fato de conservarem uma ou mais variedades locais.

Tabela 7 – Quantidade de agricultores entrevistados quanto ao número de variedades locais que conservam por município.

Número de variedades locais conservadas	Anchieta	Guaraciaba
1	40	46
2	22	17
3	7	5
4	3	0
5	1	2
6	1	0
Total	74	70

Sobre a origem, do total das 233 variedades locais conservadas (Tabela 8), 53 (23%) foram recebidas de parentes ou por herança; também foram 53 as variedades locais recebidas de sindicatos ou organizações locais; 50 (21%) variedades foram doadas por vizinhos; 27 (12%) foram recebidas de órgãos públicos; 23 (9%) foram obtidas em feiras de sementes e; as restantes 28 (12%) corresponderam àquelas variedades recebidas de amigos, seleção própria e outros. Analisando as frequências das origens das sementes entre municípios, foram detectadas diferenças significativas ($p= 0,005$). Em Anchieta, a principal origem das sementes vem de organização local, com 38 variedades. Em Guaraciaba, a principal origem é de vizinho com 26 variedades locais. Duas variedades foram indicadas como de origem Cabocla, em referência aos habitantes anteriores ao processo de colonização do oeste catarinense; outras cinco têm origem em processos próprios de cruzamento e seleção. A quantidade de variedades que chegaram de outros municípios não foi significativamente diferente ($p=0,068$) entre Anchieta (33%) e Guaraciaba (40%). A média de anos das variedades locais com a mesma família foi de 13,1 anos; por município, as médias de Anchieta (12,7 anos) e Guaraciaba (13,5 anos) não foram

significativamente diferentes ($p= 0,749$). Nos últimos cinco anos, 81 agricultores receberam uma variedade local. Quando as médias das variáveis “origem das variedades” e “tempo de cultivo pela mesma família” são analisadas (Tabela 8), foram detectadas diferenças significativas ($p= 2.7 \times 10^{-6}$). A média de anos (32) das variedades recebidas por herança ou parentes foi significativamente maior do que a

Tabela 8 – Quantidades, médias e amplitudes de variedades locais por origem, município e tempo de cultivo pela mesma família em anos

	Vizinhos	Herança	Organização Local	Feiras	Órgão Público	Amigos	Outros
Anchieta	24	30	38	14	6	6	10
Guaraciaba	26	23	15	8	21	3	9
Total	50	53	53	22	27	9	19
Mínimo (Anos)	1	1	1	1	1	3	3
Máximo (Anos)	30	100	20	12	40	20	53
Média (Anos)	7,9	32,1	4,77	4,5	10,48	7,37	15,05
	4						

O destino da produção de 209 (90%) variedades locais foi para consumo próprio e outras 24 (10%) variedades tiveram como destino a venda total ou parcial da produção. Os destinos de venda em Anchieta foram: para grão, seis variedades; para farinha, cinco variedades; para sementes, cinco variedades e; para milho verde, uma variedade. Em Guaraciaba, cinco variedades foram vendidas para grão e três para milho verde.

As respostas dos agricultores sobre os valores associados aos usos das variedades locais foram agrupadas segundo as mesmas 13 categorias utilizadas por Costa et al. (2016). Foram indicados entre um e cinco valores de usos (Tabela 9) por variedade local, com uma média de 2,57 e uma moda de 2,0. Não foram detectadas diferenças significativas entre municípios quanto à quantidade de preferências por município ($p=0,162$). De um total de 626 respostas de usos e preferências (Tabela 10), as mais citadas foram: 311 (50%) Gastronômica, 112 (18%) Alimentação Animal, 55 (9%) Agronômica e 39 (6%) Adaptativa. Entre municípios, foram detectadas diferenças significativas ($p= 0,001$) para a variável usos e preferências. Guaraciaba apresentou uma proporção de

58% de usos Gastronômicos, que foi significativamente superior aos 44% estimados para o município de Anchieta ($p=0,001$). As preferências e usos Adaptativos e Alimentação Animal foram significativamente superiores em Anchieta ($p= 0,001$). A predominância de usos de Alimentação Animal em Anchieta coincidiu com as áreas médias significativamente superiores. Este resultado seria coerente com o fato da categoria Alimentação Animal como uso também requerer áreas maiores de cultivo.

Tabela 9 – Quantidade de variedades locais por município, segundo a quantidade de usos e preferências.

Usos e preferências	Anchieta	Guaraciaba	Total
0	2	9	11
1	22	6	38
2	32	36	68
3	30	25	55
4	27	10	37
5	15	9	24
Total	128	105	233

Analisando as primeiras quatro categorias citadas (Gastronômica Alimentação Animal, Adaptativa e Agronômica), segundo o gênero, a quantidade de 39 mulheres com preferências e usos Gastronômicos foi superior à quantidade de 30 homens ($p= 0,001$). A quantidade de homens com usos de alimentação animal (15), agronômicos (13) e adaptativos (12) foi superior à das mulheres com sete, quatro e cinco, para os mesmos usos, respectivamente.

Tabela 10 – Quantidade de variedades locais por município, segundo a categoria de usos e preferências.

Usos e preferências	Anchieta	Guaraciaba	Total
Gastronômicos	164	147	311
Alimentação Animal	75	37	112
Agronômico	44	11	55
Adaptativo	29	10	39
Saúde	13	10	23
Econômico	9	9	18
Cultural	8	2	10
Estético	6	10	16
Nutricional	2	1	3
Outros*	22	17	39
Total	372	254	626

*Inclui: Diversidade; Ornamental; Artesanal e Medicinal

Foram identificadas 14 cores ou misturas de cores de grãos, sendo que as principais foram 73 (31%) variedades amarelas, 47(20%) variedades brancas e 37 (16%) alaranjadas. As frequências de variedades por cores de grão não foram significativamente distintas entre municípios ($p= 0,294$). Por tipo de grão, foram classificados três grupos: 199 (85%) dentados, 28 (12%) duros, dois (1%) semi-duros e quatro variedades não foram definidas. Não foram detectadas diferenças de frequências de tipo de grão entre municípios ($p= 0,572$). Entre os 58 agricultores que tinham mais de uma variedade, 80% tinham variedades de diferentes cores.

2.3.3 Perfil e diversidade de manejos fitotécnicos e seleção

Do total de entrevistados, 126 agricultores fizeram seleção de sementes para o próximo plantio. Em dois casos, o agricultor conserva variedades locais com e sem seleção. Dos agricultores que fizeram seleção, 94 aprendeu a fazê-la com seus pais, 25 em cursos ou com técnicos, 3 com os pais e cursos, 3 aprenderam sozinhos e 1 com vizinho. Do grupo dos 17 agricultores que não fizeram seleção, 13 eram mulheres que diferiram significativamente dos quatro homens que também não praticaram nenhum tipo de seleção ($p= 0,023$). Consultados se outros integrantes da família participavam da seleção, somente em onze casos participava mais de um integrante. Se a frequência de

agricultores para a variável ‘prática de seleção’ for analisada entre municípios, origem, idade e nível de formação, nenhuma diferença estatística foi detectada.

Perguntados sobre quais partes da planta escolhiam para selecionar e quando, 94 agricultores fizeram seleção das espigas no paiol depois da colheita, 17 agricultores responderam plantas e espigas no campo, 13 selecionaram as espigas no paiol e plantas no campo, dois responderam que selecionaram as sementes depois da debulha. Perguntados por ordem de importância de critério de seleção, ‘espiga bonita e bem granada’ foi escolhido por 36 agricultores, seguido de tamanho de espiga (21), tamanho de grão (11), arranjo das fileiras e uniformidade de grãos (10), tipo de grão e grão sadio (7), melhores espigas (6), acamamento (4), empalhamento e plantas baixas (4), cor de grão (3), tipo de espiga e sadia (2), outros indicaram cada um; cor da palha, diâmetro do colmo, espigas puras, espigas menores, espigas pontudas, formato de espiga, espigas verdes, prolificidade de espiga por planta, pé não cai, plantas viçosas e sabugo fino. A maioria dos agricultores não tem diferentes critérios de seleção entre variedades, somente dois agricultores tinham critérios de seleção diferentes para cada variedade e, neste último caso, um agricultor seleciona espigas inteiras e o outro, grãos debulhados.

As quantidades de espigas por variedade local que são conservadas para o seguinte ciclo variaram de uma espiga até 500. Guardam uma mistura de mais de 50 espigas 53 (37%) agricultores, 29 (20%) agricultores guardam entre 50 e 11 espigas, 52 (36%) agricultores guardam de 10 a uma espiga e 10 (7%) não souberam informar a quantidade que conservam.

Perguntados sobre o isolamento, somente 38 (26%) agricultores praticam algum tipo de isolamento espacial e, dentre eles, oito plantam a mais de 500 metros de outras culturas de milhos próprios. Consultados sobre a distância da cultura de milho na área do vizinho mais próximo, as respostas variaram entre 1 metro e 2000 metros, sendo a média de 181 metros em Anchieta e 409 em Guaraciaba.

O isolamento temporal foi praticado por 97 agricultores, dentre os quais 61 (63%) agricultores aguardam de 30 até 100 dias e 36 (27%) não aguardam períodos superiores a 30 dias. Analisando entre municípios, em Guaraciaba 23 (33%) agricultores têm isolamento de menos de 30 dias entre culturas de milho, significativamente ($p=0,023$) mais agricultores que Anchieta 13(25%). Somente em 12 casos (8%), os vizinhos coordenam as datas de plantio.

Do total de agricultores entrevistados, 33 (23%) mantiveram suas variedades, 31 (22%) perderam ou substituíram por outras três ou mais de suas variedades locais, 29 (20%) substituíram ou perderam duas variedades e 51 (35%) perderam ou substituíram uma variedade. Os principais motivos de perdas de variedades foram: não multiplicou (38%), seca de 2012(22%), não gostou (11%) e cruzou com outro milho (6%). Não foram achadas diferenças significativas nem por gênero nem por municípios.

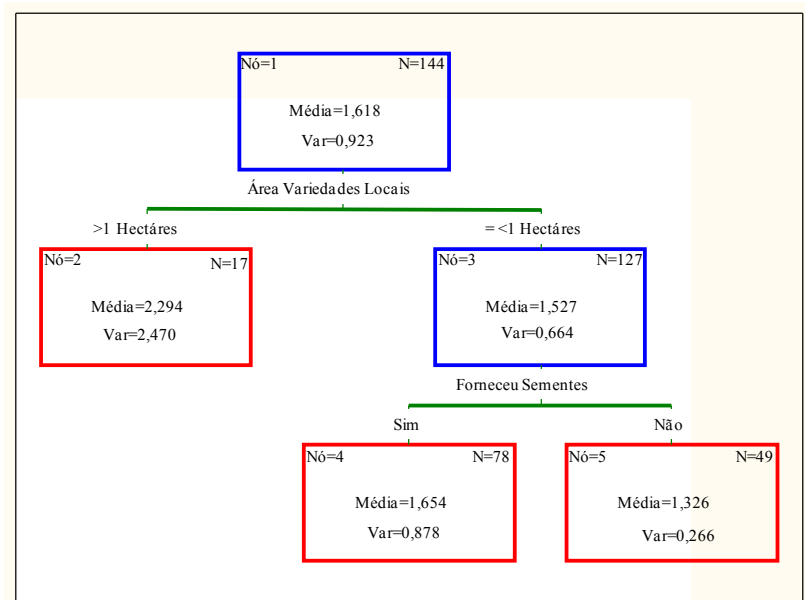
2.3.4 Indicadores da diversidade conservada por agricultor e análise CHAID

As máximas correlações lineares(r) de Pearson foram estimadas para número de variedades conservadas e cores de grãos das variedades (0,944), quantidade de variedades e nomes (0,993) e nomes de variedades e cores (0,925). Para caracterizar os usos, foi considerado o primeiro uso indicado de cada variedade local, por considerar que o primeiro a ser lembrado era o uso principal. A correlação de diferentes usos e a quantidade de variedades conservadas foi de 0,531 e a correlação com tipos de grão foi de 0,452.

Para identificar os grupos de agricultores que mais conservam diversidade, optou-se por fazer a análise CHAID, avaliando a média de variedades conservadas por agricultor, uma vez que tem uma elevada correlação com a diversidade de cores e nomes.

Os resultados da análise CHAID estão apresentados na figura 2. Das variáveis de predição do modelo (gênero, origem, município, formação, ocupação, área total, área implantada, faz seleção, participou de feiras e se forneceu sementes a alguém), somente duas foram significativamente relevantes para explicar o número de variedades locais por agricultor: ‘área de variedades locais’($F= 3,721$, $p= 2,78 \times 10^{-5}$) e ‘se forneceu sementes’ ($F= 3,301$, $p= 2,13 \times 10^{-5}$).

Figura 1 – Análise CHAID para identificar as melhores variáveis explicativas da quantidade de variedades locais por propriedade e identificar os grupos homogêneos de agricultores.



Das duas variáveis, ‘área de variedades locais’ foi a variável de melhor predição ao representar a primeira ramificação da árvore. Por outro lado, a árvore apresentou cinco nós, três terminais (2, 4 e 5), que correspondem a grupos homogêneos de agricultores. O nó 2 está formado por agricultores que plantaram áreas de milho de variedades locais superiores a um hectare e que representa 12% dos agricultores. São aqueles que, em média, conservam mais variedades locais (2,29). O nó 4 representa os agricultores que tinham áreas de variedades locais de milho iguais ou menores a um hectare e que já forneceram sementes; eles conservam, em média, 1,65 variedades e representam 54% da população de agricultores entrevistados. O nó 5 representa os agricultores que implantaram um hectare ou menos e não forneceram sementes; são aqueles que menos conservam variedades (1,32, em média) e representam 34% dos agricultores.

A característica área implantada com variedades locais não apresentou correlação com área total da propriedade ($r = 0,032$) e não foi detectada diferença significativa entre número de variedades e área por quartil pelo teste Chi-quadrado ($p = 0,294$).

2.4 DISCUSSÃO

A conservação de variedades locais de MC na região EOSC tem a mesma participação de homens e mulheres. Os responsáveis pela conservação têm uma média de idade de 56 anos, com ensino fundamental incompleto, de origem italiana ou alemã e que chegaram há mais de 35 anos na região.

A participação dos homens e mulheres na conservação do milho é complementar (MENDOZA GONZÁLEZ et al., 2004); a mulher valoriza preferentemente mais as características do consumo e o homem as características agronômicas. Na mesma região do presente trabalho, Osório (2015) identificou que 83% dos que conservam espécies olerícolas são mulheres. Também no EOSC, Costa et al. (2016) identificaram o triplo de variedades locais de milho pipoca que milho comum. As pipocas têm valores de uso predominantemente gastronômicos (88%) e são conservadas por 80% de mulheres (SILVA, 2015). No México, o milho pipoca não tem valor de uso gastronômico entre os agricultores e a raça Palomero Toluqueño está em perigo de extinção (GÁMEZ VÁZQUEZ et al., 2014). Embora os usos gastronômicos sejam os mais citados também para o MC do EOSC (50%), a contribuição importante de outros usos como agronômicos e alimentação de animais (27%) explica a participação equivalente de homens e mulheres em sua conservação. TAPIA (2015) identificou sete preferências das variedades locais da serra do Equador; 60% corresponderam a consumo humano e 10% a adaptabilidade. Na região EOSC, foram identificados cinco usos gastronômicos diferentes (polenta; pamonha; canjica; milho verde e farinha) e para alimentação animal os usos indicados foram três (silagem, ração e grão).

As etnias de quem conserva variedades locais de milhos são predominantemente de origem indígena ou mestiça, na serra do Equador (TAPIA, 2015), norte da Argentina (BRACCO et al., 2012) e México (RICE et al., 1998; LOUETTE; CHARRIER; BERTHAUD, 1997), que são a população rural predominante daqueles países ou regiões. A colonização do EOSC, a partir de 1940, passou por um processo de expulsão de caboclos e indígenas, divisão de terras e venda a famílias de migrantes europeus vindos de Rio Grande do Sul (POLI, 2014). O processo levou à mistura de elementos culturais dos antigos habitantes com tradições dos colonos (REBOLLAR, 2008). Segundo Brunetto (2013), as diferenças de alemães e italianos entre os municípios têm explicação nas diferentes empresas colonizadoras (Pinho e Terras Ltda. e Barth Anom & Cia. Ltda.), as quais cada uma tinha um município e

preferência e diferente da origem dos colonos. Considerando estes antecedentes e também o fato de não terem sido encontradas diferenças significativas entre as origens, pode-se afirmar que as variedades locais de MC têm uma distribuição homogênea entre as diferentes ascendências do EOCS.

A formação predominante dos entrevistados foi ensino fundamental incompleto, coincidente com os resultados de Souza (2015) para milho doce na mesma região. Também são coincidentes os resultados do Censo (IBGE, 2010), a proporção da população urbana e rural com mais de 25 anos com ensino fundamental incompleto, nos dois municípios, foi de 59%. Os anos de formação foram indicados com uma associação positiva com a conservação da diversidade (BENIN et al., 2003; SMALE et al., 2003). Em Portugal, os agricultores de mais formação têm pouco interesse em conservar variedades locais (CARDOSO; MAXTED 2009). Nenhuma das duas tendências foram corroboradas na região EOCS; porém, o aumento de possibilidades de estudo da população rural e a mudança geracional merecem atenção. Alguns entrevistados demonstraram preocupação pelo fato dos filhos não valorizarem as variedades locais. Inclusive um dos entrevistados já estava repassando suas variedades porque estava aposentando e seu filho não ia continuar com elas. Assim a formação pode valorizar ou não os recursos locais dependendo de sua orientação.

A pesquisa mostrou que a quantidade de variedades conservadas na propriedade, no EOCS, não está associada à idade dos seus mantenedores. A idade média avançada dos mantenedores de MC foi concordante com os resultados obtidos no EOCS por Souza (2015) para milho doce (57,8 anos) e por Osório (2015) para olerícolas, (56anos). A idade de quem conserva variedades é resultado do envelhecimento estrutural da população rural e não específico de quem conserva variedades locais.

As principais fontes de renda das famílias foram o leite e a aposentadoria, com uma média de três integrantes por família e, na maioria dos casos, algum membro da família participa de organizações locais. Os municípios se diferenciaram segundo a origem e a produção. Em Guaraciaba, por exemplo, foi identificada uma proporção significativamente maior de alemães e de produtores de leite. A média de moradores por família encontrada no presente estudo foi coincidente com a média de 3,21 dos dois municípios (IBGE, 2010). As proporções das fontes de renda dos agricultores da região são resultado de um processo geral de mudanças que está acontecendo na região. Originalmente, as colônias foram formadas para extração de madeira e

agricultura. Nas últimas décadas, a produção de leite vem tomando mais importância. Entre 1975 e 2006, a quantidade de vacas ordenhadas aumentou de 3.800 para 24.000 e a produtividade aumentou de 1.194 para 2.604 litros por vaca por ano (IBGE, 2006). As produções de milho no mesmo período tiveram seu máximo de área, em 1995, com 19.000 hectares. O aumento da produção de leite exigiu um aumento paralelo das demandas de áreas de forragem e produção de grão, segundo EPAGRI/CEPA (2015), em toda a região EOSC. Na safra 2014/15, a área de milho para grão caiu 27% e área de silagem aumentou 20%. O incremento da área de forragem e silo foi conseguido com variedades comerciais, o que é concordante com o resultado das entrevistas em que 94% das áreas de variedades comerciais dos entrevistados é destinado parcial ou totalmente à alimentação animal.

Estes resultados demonstraram que a distribuição da diversidade das variedades locais de MC da região EOSC não está associada com a idade, nível de formação, origem nem de renda dos agricultores.

Enquanto ao manejo, os agricultores conservam, em média, 1,61 variedades locais de MC. Esse dado foi concordante com os resultados de Silva, (2015) de 1,65 para milho pipoca, na mesma região, e de Orozco-Ramirez et al. (2014), na região de Oaxaca, México (1,55). A média de variedades por agricultor em Chiapas, também no México, variou em função da altitude entre 1,2 e 1,9 variedades por agricultor (BRUSH; PERALES, 2007). Na comunidade indígena de Cuzalapa (México), Louette; et al. (1997) identificaram entre 2,6 e 2,4 variedades por agricultor. No Equador, na região andina, a média de variedades locais foi de 1,89 para mestiços e 2,45 para indígenas (TAPIA, 2015). Em todos os casos, a principal frequência foi de uma variedade por agricultor e são excepcionais os agricultores que conservam mais de três variedades. Para comparar os resultados do EOSC têm que ser consideradas as variedades de milhos pipoca, conservadas nas mesmas propriedades, de esta forma interpretada a quantidade total de variedades de milho (pipoca e comum) conservadas será mais próxima aos resultados apresentados acima.

Os agricultores conservam a quantidade de variedades que conseguem diferenciar por suas características fenotípicas de espiga e grão. Isso foi confirmado pela elevada correlação entre cores e tipos de grão. Durante as entrevistas, a principal dificuldade citada para manter as variedades foi manter a “pureza” das variedades, evitarem que por cruzamento percam-se as características morfológicas que as identificam. Deste modo, a riqueza de variedades é um indicador de diversidade. Por outra parte, a correlação moderada entre usos e

quantidade de variedades surge como um alerta, uma vez que os usos específicos das variedades é o que garante sua sobrevivência e a maior garantia de que não serão trocadas.

O tempo máximo de conservação de uma variedade foi de 100 anos na mesma família e, nesses casos de maior tempo, a semente foi recebida por herança de família. Considerando que a região foi colonizada faz 60 anos e que a média de residência das famílias foi de 39 anos, então se conclui que muitas variedades vieram com as famílias migrantes do Rio Grande do Sul. A proporção de variedades recebidas de vizinhos, parentes ou amigos do mesmo município também reforça a origem de 70% (Anchieta) a 60% (Guaraciaba) das variedades há mais tempo na região do que nas mãos dos seus atuais mantenedores. Segundo Silva (2015) as variedades locais recebidas de vizinhos têm mais tempo na região do que na família. Assim, a frequência de variedades de MC cultivada 'há menos de 5 anos' em determinado município pode ter sido subestimada. Segundo Badstue et al. (2006), os agricultores preferem as variedades de pessoas próximas porque os laços sociais dão confiança de que a semente tem as características e a qualidade desejadas. Ao mesmo tempo, os agricultores, muitas vezes, têm conhecimento de primeira-mão das variedades cultivadas por parentes ou amigos. Se a variedade é cultivada na mesma comunidade em condições semelhantes às dos próprios campos do agricultor, a incerteza relacionada à adaptação é reduzida.

As formas de plantio identificadas no trabalho (consorciado e solteiro) não aparecem associadas aos diferentes manejos fitotécnicos. O preparo do solo, plantio e limpeza de espontâneas relatadas foram predominantemente manuais nas culturas consorciadas e solteiras. Predominante entre as mulheres, os milhos consorciados aparecem ligados aos usos na alimentação da família, nas áreas da horta ou na parte da roça chamada "miudezas". Um manejo similar foi identificado entre as etnias guaranis, as roças de milho detêm outras culturas, formando um mosaico de cultivos e variedades (PEREZ FELIPIM; QUEDA, 2005; REBOLLAR, 2008).

A maioria dos agricultores (72) aprendeu a selecionar suas variedades de milho com alguém da própria família e a parte principal e alvo de seleção foi a espiga colhida. Dos que aprenderam com técnicos ou em cursos, a maioria (16) fazia seleção de plantas ou espigas no campo. Estes resultados deixam em evidência três estratégias de seleção: conservação, melhoramento e intermediária. A seleção é de conservação quando a seleção está baseada em caracteres qualitativos da espiga e grão, com o objetivo de manter as características fenotípicas da

variedade; acontece principalmente depois da colheita e os critérios de seleção citados foram “espiga bonita”, “arranjo de fileiras”, “tipo e cor de grão”. A variedade tem seleção de melhoramento quando está baseada em caracteres complexos com o objetivo de modificar a variedade; são avaliadas a campo durante o cultivo e os critérios de seleção citados foram acamamento, empalhamento, altura de planta. A metodologia considerada intermediária, quando a seleção inclui os dois tipos de características e são os agricultores que selecionam indistintamente na fase de cultivo ou depois da colheita. A identificação das variedades por características da espiga e grão foi confirmada pela elevada frequência de nomes atribuídos às variedades (47%), que estão associados às características da espiga ou grão. As estratégias de seleção para a conservação baseadas em características de grão e espiga procuram manter a homogeneidade com um ideótipo da variedade (LOUETTE; SMALE, 2000; SERPOLAY-BESSON et al., 2014).

A elevada correlação entre o número de variedades conservadas com a quantidade de cores confirma a cor como um indicador fenotípico na conservação das variedades. A cor também é o critério mais importante na identificação e classificação de milho, no México (LOUETTE; CHARRIER; BERTHAUD, 1997; SOLERI; CLEVELAND, 2001; BELLON et al., 2003; BRUSH; PERALES, 2007). Para Silva (2015) na região EOSC, a maioria dos nomes dos milhos pipoca remete à cor de grão e, por isso, a cor pode ser considerada a principal base da classificação das variedades de pipoca das agricultoras.

A maior parte dos agricultores (62%) do EOSC guarda menos de 50 espigas para implantar a área de cultivo do ano seguinte. Segundo Crossa et al. (1993), menos de 50 espigas, em condições de isolamento, não seria suficiente para conservar alelos com frequências inferiores a 3% e três alelos por loco. Em Cuzalapa, México, 54% das variedades de milho *Negro* são conservadas com menos de 40 espigas (LOUETTE, 1994); porém, não foram detectadas diferenças com isoenzimas na diversidade com as variedades multiplicadas a partir de um número maior de espigas. Segundo a mesma autora, o conjunto das variedades locais de uma região, que está interligada por fluxo de pólen e as trocas de sementes têm uma estrutura de meta-população, que garante a diversidade global (LOUETTE, 2000). Na região estudada, há uma importante concentração de agricultores área média de propriedade de 18 hectares. Dos entrevistados, 74% não praticam isolamento espacial e 57% não praticam isolamento temporal ou foi inferior a 30 dias, o que favorece o fluxo de pólen. Na mesma região do estudo, Costa (2013)

determinou que mais de 40% das culturas de milho tem ao menos uma cultura de milho geneticamente modificado a menos de 100 metros e uma variedade local pode ter até nove culturas transgênicas de vizinhos a menos de 100 metros. O fluxo de semente entre agricultores é constante e frequente. Dos agricultores entrevistados, 21% tinham recebido sementes de variedades locais no último ano e 56%, nos últimos cinco anos. Perderam ou trocaram suas sementes 77 % dos agricultores e 11% das variedades foram trocadas porque não gostaram e 6% por cruzamento com outras variedades, confirmando também o fluxo de pólen.

Por outro lado, o resultado da análise CHAID foi consistente e mostra que a diversidade das variedades locais está homogeneamente distribuída entre os agricultores sem diferenciar entre as principais características. As variáveis áreas de variedades locais e doação de variedades foram os melhores preditores da média de variedades locais por propriedade. Foram identificados três tipos de agricultores: i) com áreas plantadas de um hectare ou menos e que não doaram sementes; ii) com áreas plantadas de um hectare ou menos e que doaram sementes; iii) com áreas plantadas superiores a um hectare, o último grupo foi o que tinha a maior quantidade média de variedades. Estes resultados são similares aos obtidos por TAPIA (2015) no Equador; nesse trabalho, os agricultores que possuem mais variedades têm mais área de plantio. O autor cita como os principais riscos da perda de variedades locais, no Equador, o tamanho das propriedades, a perda de áreas agrícolas e a urbanização. Em contrapartida, no EOSC, a quantidade de variedades locais não tem correlação com a área total das propriedades ($r= 0,074$; $p= 0,375$) e, inclusive, os agricultores que conservam mais variedades (cinco ou seis) estão no primeiro quartil e terceiro quartil por tamanho, com menos de 7,2 e mais de 19 hectares respectivamente. Os resultados indicam que quem conduz áreas de cultivo maiores de um hectare com variedades locais vai usar mais variedades e mais variedades está correlacionado com mais cores, tipos de grão e usos, desta forma, favorecendo a conservação e a diversidade de variedades.

O incremento da produção do leite na região gerou um aumento da demanda de alimentos para o gado e a maior parte da área de variedades comerciais dos entrevistados visava cobrir essa demanda. O programa do governo “Terra Boa”, que atingiu 64% dos agricultores da região, em 2014 (EPAGRI, 2015), promove a utilização de variedades híbridas para silagem. Esse fato, associado à falta de informação sobre o valor potencial das variedades locais para esse fim, leva a uma

diminuição da proporção de área cultivada com variedades locais de MC e um conseqüente risco de erosão genética.

2.5 CONCLUSÕES

A riqueza e diversidade de variedades locais de MC da região EOSC está homogênea distribuída entre gêneros, idades, municípios, tamanho das propriedades, é resultado do processo de acumulação das variedades conservadas por indígenas e caboclos e das variedades trazidas pelos migrantes europeus na colonização.

A maioria dos agricultores conserva uma variedade de MC, predominantemente para consumo da família. A seleção predominante procura a conservação das características fenotípicas da espiga e é feita a partir de uma quantidade reduzida de espigas. Porém, existem processos de fluxo de pólen e sementes que garantem a diversidade e que devem ser confirmados por outros estudos.

A conservação das variedades locais *in situ-on farm* depende do futuro dos agricultores e, portanto, é afetada pelos problemas de envelhecimento da população e êxodo rural. Estas dificuldades, presentes na região EOSC, ficaram em evidência em razão de a aposentadoria ser a segunda fonte de renda, das famílias de três membros e do elevado percentual (mais de 40%) da população com mais de 60 anos. Os problemas estruturais não podem ser esquecidos e as políticas de promoção à agricultura familiar têm que atuar em consonância com a conservação, valorizando das variedades locais e seu uso.

Num contexto de mudanças e aumento das áreas de produção do leite, usos não tradicionais do milho como silagem estão aumentando. A falta de experiências próprias ou de vizinhos e o incentivo do governo para usar híbridos promovem a diminuição do uso das variedades locais e a perda de recursos genéticos.

Há uma valorização das variedades locais para consumo familiar, expressado na completa hegemonia de este uso. Porém, a maior parte da área de milho da região corresponde a milhos comerciais com destino a alimentação animal. A caracterização das variedades locais com potencial para alimentação animal e sua difusão entre os homens - principais responsáveis do gado- permitiria ampliar a área de cultura de variedades locais nas propriedades e favorecer sua conservação. Promoção a troca de variedades locais para silagem ou pastagem.

2.6 REFERÊNCIAS

ANDERSON, E.; CUTLER, H. C. Races of Zea Mays: I. Their Recognition and Classification. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, v. 29, n. 2, p. 69–88, 1942.

ALVAREZ, N.; GARINE, E.; KHASAH, C.; DOUNIAS, D.; HOSSAERT-MCKEY, M.; MCKEY, D. Farmers' practices, metapopulation dynamics, and conservation of agricultural biodiversity on-farm: A case study of sorghum among the Duupa in sub-sahelian Cameroon. *Biol Conserv*, v.121, n.4, p.533–543, 2005.

BADSTUE, L.B.; BELLON, M.R.; BERTHAUD, J.; JUÁREZ, X.; MANUEL-ROSAS, I.; SOLANO, A.M.; RAMÍREZ A. Examining the Role of Collective Action in an Informal Seed System: A Case Study from the Central Valleys of Oaxaca, Mexico. *Human Ecology*, v. 34, n. 2, p. 249–273, 2006.

BELLON, M. R.; BERTHAUD, J.; SMALE, M.; AGUIRRE, J. A.; TABA, S.; ARAGON F.; DIAZ, J.; CASTRO, H. Participatory landrace selection for on-farm conservation: An example from the Central Valleys of Oaxaca, Mexico. *Genetic Resources and Crop Evolution*, v. 50, n. 4, p. 401–416, 2003.

BOSTER, J. S. Selection for perceptual distinctiveness: Evidence from Aguaruna cultivars of *Manihot esculenta*. *Economic Botany*, v. 39, n. 3, p. 310-325, 1985.

BRACCO, M. LIA, V. V.; GOTTlieb, A. M.; CÁMARA HERNÁNDEZ, J.; POGGIO, L. Genetic diversity of maize landraces from lowland and highland agro-ecosystems of Southern South America: Implications for the conservation of native resources. *Annals of Applied Biology*, v. 160, n. 3, p. 308–321, 2012.

BRUNETTO, S. Agricultura nas colônias alemãs no Vale do Itajaí. *Revista Santa Catarina em História*, v,7, n.1, p. 44-50. 2013.

BRUSH, S. B.; PERALES, H. R. A maize landscape: Ethnicity and agro-biodiversity in Chiapas Mexico. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 121, n. 3, p. 211–221, 2007.

CAMACHO-VILLA, T. C.; MAXTED, N.; SCHOLTEN, M.; FORD-LLOYD, B. Defining and identifying crop landraces. *Plant Genetic Resources: characterization and utilization*, v. 3, n. 3, p. 373–384, 2005.

CANCI, I. Relações dos sistemas informais de conhecimento no manejo da agrobiodiversidade no Oeste de Santa Catarina. 2006. 204 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2006.

COSTA, F. M. Diversidade genética e distribuição geográfica: uma abordagem para a conservação *on farm* e *ex situ* e o uso sustentável dos recursos genéticos de milho do Oeste de Santa Catarina. 2013. 211 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2013.

COSTA, F. M.; SILVA, N. C. D. A.; OGLIARI, J. B. Maize diversity in southern Brazil: indication of a microcenter of *Zea mays* L. *Genetic Resources and Crop Evolution*, DOI: 10.1007/s10722-016-0391-223, 2016.

CROSSA, J. HERNANDEZ, C. M.; BRETTEING, P. K.; BERHART, S. A.; TABA, S. Statistical genetic considerations for maintaining germ plasm collections. *Theor. Appl. Genet.*, v. 86, p. 673–678, 1993.

DA SILVEIRA, R. P. Diversidade de Variedades Crioulas de Tomate Conservadas por Camponeses no Município de Anchieta, Oeste de Santa Catarina. 2015. 179 p. Dissertação (Mestrado profissional em agroecossistemas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015

EPAGRI. Relatório Políticas Públicas 2015. Disponível em: http://docweb.epagri.sc.gov.br/website_epagri/Relatorio-de-Execucao-de-Politiclas-Publicas.pdf. Acesso em: 10 fev. 2016.

EPAGRI/CEPA. Produção por Microrregião 2015. Disponível em: http://docweb.epagri.sc.gov.br/website_cepas/Dados_regioes/SMO.pdf. Acesso em: 4 fev. 2016.

ESQUINAS-ALCAZAR, J. T. Plant Breeding. In: HAYWARD, M. D. et al. (Eds.). *Plant Breeding: Principles and Prospects*. London: Springer Netherlands, 1993. p. 33–51.

FRANÇA, F. T.; COSTA, F. M. Caracterização de Recursos Genéticos de Milho. Comunicado Técnico 185. 2010 Disponível em <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/883797>. Acesso em: 2 fev. 2016.

GÁMEZ VÁZQUEZ, A. J.; DE LA O OLÁN, M.; SANTACRUZ VARELA, A.; LÓPEZ SÁNCHEZ, H. Conservación *in situ*, manejo y aprovechamiento de maíz Palomero Toluqueño con productores custodios. Revista mexicana de ciencias agrícolas, v. 5, n. 8, p. 1519–1530, 2014.

HAMMER, Ø. Paleontological Statistics Software: Package for Education and Data Analysis. Palaeontologia, 2001. Disponível em: <http://www.forskningsdatabasen.dk/en/catalog/2192867784>. Acesso em: 2 fev. 2016.

IBGE. IBGE Censo Agropecuario 2006. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/comparamun/compara.php?lang=&coduf=42&idtema=35&codv=v14&search=santa-catarina|anchieta|sintese-das-informacoes-2006>. Acesso em: 4 fev. 2016.

IBGE. Censo Demográfico 2010. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=420080&idtema=105&search=santa-catarina|guaraciaba|censo-demografico-2010:-resultados-da-amostra-educacao>. Acesso em: 5 fev. 2016.

JARVIS, D. I. MYER, L.; KLEMICK, H.; GUARINO, L.; SMALE, M.; BROWN, H. D.; SADIKI, M.; STHAPIT, B.; HODGKIN, T. Guía de Capacitación para la Conservación *in situ* en Fincas. Roma: IPGRI, 2000. p. 244.

JARVIS, D. I.; PADOCH, C.; COOPER, H. D. Manejo de la Biodiversidad en los Ecosistemas Agrícolas. Roma: Bioversity International, 2011. p. 524.

KASS, G. V. An Exploratory Technique for Investigating Large Quantities of Categorical Data. Applied Statistics, v. 29, n. 2, p. 119–127, 1980.

KIST, V.; ALBINO, V.S.; MARASCHIN, M.; OGLIARI, J.B. Genetic

variability for carotenoid content of grains in a composite maize population. *Scientia Agricola*, v. 71, n. 6, p. 480-487, 2014.

KIST, V.; OGLIARI, J.B.; MIRANDA, J. B.; ALVES, A. C. Genetic Potential of a Maize Population from Southern Brazil for the Modified Convergent–Divergent Selection Scheme. *Euphytica*, v. 176, n. 1, p. 25–36, 2010.

KUHNEN, S.; LEMOS, P. M. M.; CAMPESTRINI, L. H.; OGLIARI, J.B.; DIAS, P. F.; MARASCHIN, M. Antiangiogenic Properties of Carotenoids: a Potential Role of Maize as Functional Food. *Journal of Functional Foods*, v. 1, n. 3, p. 284-290, 2009.

KUHNEN, S.; MENEL. L. P. M.; CAMPESTRINI, L. H.; OGLIARI, J. B.; DIAS, P. F.; MARASCHIN, M. Carotenoid and Anthocyanin Contents of Grains of Brazilian Maize Landraces. *Journal of the science of food and agriculture*, v. 91, n. 9, p. 1548–53, 2011.

KUHNEN, S.; OGLIARI, J. B.; DIAS, P. F.; DA SILVA, S. M.; FERREIRA A. G.; BONHAM, C. C.; MARASCHIN, M. Metabolic fingerprint of Brazilian maize landraces silk (stigma/styles) using NMR spectroscopy and chemometric methods. *Journal of agricultural and food chemistry*, v. 58, n. 4, p. 2194-2200, 2010.

LOUETTE, D. Gestion Traditionnelle de Varietes de Mais dans la Reserve de la Biosphere Sierra de Manantlan (RBSM), états de Jalisco et Colima, Mexique).1994. 307 p. Tese (Doutorado) Ecole Nationale Superieure Agronomique de Montpellier, Montpellier. 1994.

LOUETTE, D.; CHARRIER, A.; BERTHAUD, J. In Situ Conservation of Maize In Mexico: Genetic Diversity and Maize Seed Management in a Traditional Community. *Economic Botany*, v. 51, n. 1, p. 20–38, 1997.

LOUETTE, D.; SMALE, M. Farmers’ Seed Selection Practices and Traditional Maize Varieties in Cuzalapa, Mexico. *Euphytica*, v. 113, p. 25–41, 2000.

LOUETTE, D. Traditional management of seed and genetic diversity: what is a landrace. In: BRUSH, S. *Genes in the Field*. ed Lewis Publishers. Florida. P 109-142, 2000.

MENDOZA GONZÁLEZ, J.; AGUIRRE GÓMEZ, J. A.; MANUEL ROSAS, I.; BELLON, M. R.; SMALE, M.; CHÁVEZ-SERVIA, J. L.; TUXILL, J.; JARVIS, D. I. Participation of rural women in seed selection of maize in six communities of the central valleys of Oaxaca, Mexico. In: CHÁVEZ-SERVIA, J. L.; TUXILL, J.; JARVIS, D. I. Manejo de la diversidad de los cultivos en los agroecosistemas tradicionales. ed. International Plant Genetic Resources Institute(IPGRI). Cali: p. 199–207, 2004.

NEGRI, V. Landraces in central Italy: Where and why they are conserved and perspectives for their on-farm conservation. *Genetic Resources and Crop Evolution*, v. 50, n. 8, p. 871–885, 2003.

NEYMAN, J. Contribution to the Theory of Sampling Human Population. *Jour. Amer. Assoc*, v.33, p.101-116, 1938.

OGLIARI, J.B.; KIST, V.; CANCI, A. The participatory genetic enhancement of a local maize variety in Brazil. In: *Community Biodiversity Management – Promoting resilience and the conservation of plant genetic resources*. Ed. Earthscan from Routledge, 2013 p. 265-271.

OROZCO-RAMÍREZ, Q.; BRUSH, S. B.; GROTE, M.N, PERALES, H. A Minor role for environmental adaptation in local scale maize landrace distribution: results from a common garden experiment in Oaxaca, Mexico. *Economic Botany*, v. 68, n. 4, p. 383–396, 2014.

OROZCO-RAMÍREZ, Q.; ROSS-IBARRA, J.; SANTACRUZ-VARELA, A.; BRUSH, S. (2016). Maize diversity associated with social origin and environmental variation in Southern Mexico. *Heredity*.. Maize population structure and ethnolinguistic variation. *Heredity*, v. 116, p. 477-484, 2016.

OSÓRIO, G. T. Diversidade de espécies e variedades crioulas no oeste catarinense: um estudo de caso a partir de alface e radice em Anchieta e Guaraciaba. 2015. 138 p Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2015.

PEREZ FELIPIM, A.; QUEDA, O. 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. *Interciencia*, v. 30, p. 143–150, 2005.

POLI, J. Caboclo: pioneirismo e marginalização. *Cadernos do CEOM*, v. 19, n. 23, p. 149–188, 2014.

RANA, R. B. GARFORTH, C.; STHAPIT, B.; JARVIS, D. Influence of socio-economic and cultural factors in rice varietal diversity management on-farm in Nepal. *Agriculture and Human Values*, v. 24, n. 4, p. 461–472, 2007.

REBOLLAR, P. M. A continuidade das práticas de manejo de milho crioulo no vale do Capivari/SC. 2008. 115 p. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2008.

RICE, E.; SMALE, M.; BLANCO, J.-L. Farmers' use of improved seed selection practices in Mexican maize: Evidence and issues from the Sierra de Santa Marta. *World Development*, v. 26, n. 9, p. 1625–1640, 1998.

SANDSTROM, A. R. *Corn Is Our Blood: Culture and Ethnic Identity in a Contemporary Aztec Indian Village*. University of Oklahoma Press, 1992, 420p.

SERPOLAY-BESSON, S. GIULIANO, S.; SCHERMANN, N.; CHABLE, V. Evaluation of Evolution and Diversity of Maize Open-Pollinated Varieties Cultivated under Contrasted Environmental and Farmers' Selection Pressures: A Phenotypical Approach. *Open Journal of Genetics*, v. 4, p. 125-145, 2014.

SILVA, N. C. A. Conservação, diversidade e distribuição de variedades locais de milho e seus parentes silvestres no extremo oeste de Santa Catarina, sul do Brasil. 2015. 236 p. Tese (Doutorado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2015.

SILVA, N. C. A.; VIDAL, R.; COSTA, F. M.; VAIO, M.; OGLIARI, J. B. Presence of *Zea luxurians* (durieu and ascherson) bird in Southern Brazil: Implications for the conservation of wild relatives of maize. *PLoS ONE*, v. 10, n. 10, p. 1–16, 2015.

SILVA, N. C. D. A.; VIDAL, R.; MACARI, J.; OGLIARI, J. B. Diversidade de variedades locais de milho-pipoca conservada *in situ- on farm* em Santa Catarina: um germoplasma regional de valor real e potencial desconhecido. Revista Agropecuaria Catarinense, v. 29, n. 1, p. 78–85, 2016.

SOLERI, D.; CLEVELAND, D. A. farmers' genetic perceptions regarding their crop populations : an example with maize in the central valley of Oaxaca, Mexico. Economic Botany, v. 55, n. 1, p. 106–128, 2001.

SOUZA, R. DE. Diversidade de variedades crioulas de milho doce e adocicado conservadas por agricultores do oeste de Santa Catarina. 2015. 190 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2015.

SPSS Inc. PASW Statistics for Windows, Version 18.0. Chicago: SPSS Inc.; Released 2009.

STATSOFT. Inc. 2004. STATISTICA (data analysis software system), version 7 Online at: www.statsoft.com, 2004. Disponível em: <http://www.statsoft.com/Products/STATISTICA>. Acesso em: 8 fev. 2016

TAPIA, C. G. Identificación de áreas prioritarias para la conservación de razas de maíz en la sierra de Ecuador. 2015. 184 p. Tese (Doutorado) - Universidad Politecnica de Madrid, Madrid. 2015.

UARROTA, V. G.; SEVERINO, R. B.; MARASCHIN, M. Maize-landraces *Zea-mays*-L.A new prospective source for secondary metabolite production. International Jour.of Agricultural Research, v. 6, n. 3, p. 218–226, 2011.

VOGT, G. A. A dinâmica do uso e manejo de variedades locais de milho em propriedades agrícolas familiares. 2005. 127 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2005.

ZEVEN, A. Landraces: a review of definitions and classifications. Euphytica, n. 183643, p. 127–139, 1998.

3 CAPÍTULO II

Amostragem de uma Coleção Nuclear adaptada ao contexto da conservação *in situ-on farm*

RESUMO

Uma coleção de germoplasma *ex situ* deve representar a diversidade da espécie-alvo e os *pools* gênicos associados a ela. Todavia, um dos pontos críticos é estabelecer planos de coleta que garantam essa representatividade. A estratégia original de Coleção Nuclear foi desenvolvida para amostrar e representar o germoplasma de uma espécie e de seus parentes a partir da base de dados das coleções *ex situ*. A metodologia Censo da Diversidade, desenvolvida para o diagnóstico da diversidade das variedades locais de *Zea mays* L., permitiu a presente pesquisa adaptar a estratégia de Coleção Nuclear a uma Coleção de Base *in situ-on farm* conservada por agricultores de dois municípios do Extremo Oeste de Santa Catarina, Sul do Brasil e, a partir disso, estabelecer planos de coleta eficientes de germoplasma local. Com o objetivo de identificar a melhor estratégia de coleta de variedades locais de milhos comum/farináceo/doce e milho pipoca, foram testadas duas metodologias de Coleção Nuclear (ao acaso e de maximização) e uma terceira metodologia estatística de amostragem ao acaso e estratificada por classe fundiária. A estratégia de ‘Coleção Nuclear’ pela metodologia da maximização possibilitou a captura de toda a variação morfológica das características avaliadas no Censo da Diversidade com o menor tamanho de amostra. A relevância desse resultado deve-se à viabilidade de adaptar a estratégia de ‘Coleção Nuclear’ para planejar as expedições de coleta de variedades locais conservadas em microrregiões. Este planejamento permite organizar o trabalho de coleta com eficiência, reduzir os custos e simplificar os trabalhos de caracterização e conservação posteriores.

Palavras-chaves: coleção nuclear; germoplasma; diversidade genética; variedades locais; *Zea mays* L.

3.1 INTRODUÇÃO

A valorização das variedades locais como recursos genéticos, a identificação dos processos de perda e o estabelecimento de estratégias complementares de conservação requerem atividades de coleta e caracterização da diversidade mantida *in situ-on farm*. A coleta de germoplasma é o conjunto de atividades, que visa à obtenção de unidades físicas vivas, representadas por amostras que contenham a composição genética de uma população de determinada espécie de interesse e com habilidade de se reproduzir (WALTER et al., 2005).

Toda coleta, normalmente, é definida por três elementos chaves: (a) a área de abrangência (onde coletar?); (b) a espécie alvo, seus parentes e as populações de interesse (o que coletar?); e (c) a estratégia de amostragem (quais e quantas unidades coletar?). Na concepção de Marshall e Brown (1975), as variedades locais de culturas tradicionais deveriam ser as prioridades das expedições de coleta, assim como a abrangência de grandes áreas geográficas. Em relação à estratégia, como na maioria dos casos não há informação disponível a priori, os autores sugerem a coleta de 50 a 100 frutos de plantas diferentes por população para as espécies cultivadas, a fim de contemplar a maior quantidade possível de áreas, em locais com ampla variação ambiental. Posteriormente, Brown e Marshall (1995), avaliando as coletas das décadas anteriores, determinaram que as prioridades deveriam ser repensadas, com o intuito de abranger também as espécies silvestres, culturas de importância nacional ou local e suprir lacunas de coletas anteriores. Como resultado do estímulo às coletas, as coleções de germoplasma aumentaram significativamente mais do que os estudos de caracterização e as melhorias na infraestrutura da conservação *ex situ* (VAN HINTUM et al., 2000). Com o intuito de avaliar a situação das coleções, van Hintum et al. (2000) fazem dois questionamentos para reflexão, relativos à sua funcionalidade: (a) as atividades de um banco de germoplasma são inviabilizadas em função do tamanho das coleções? (b) as atividades de um banco de germoplasma e o uso das coleções são limitadas pela falta de conhecimento da distribuição da diversidade genética em uma coleção? Como frutos dessas reflexões, foram apontadas as principais fragilidades da conservação *ex situ*, no que diz respeito à regeneração, documentação, caracterização, avaliação e uso das coleções. A alternativa foi o desenvolvimento das ‘Coleções Nucleares’.

Uma “Coleção Nuclear” (CN) é uma amostra de tamanho reduzido da coleção original, na qual se inclui um espectro da

variabilidade genética de um cultivo e suas espécies aparentadas, com um mínimo de redundância (FRANKEL, 1984). Para justificar o desenvolvimento das CN, Brown (1989) expôs três argumentos. O primeiro refere-se à maior facilidade de manejo da coleção, uma vez que coleções menores com boa representação da variabilidade são mais fáceis de caracterizar, conservar e, portanto, mais provável de serem utilizadas. O segundo argumento é estatístico e considera que, para o desenvolvimento de uma CN, são necessários conhecimentos da diversidade entre e dentro das populações. Uma vez que a distribuição da diversidade não é ao acaso e apresenta uma estrutura em vários eixos - geográficos, genéticos (BROWN 1989) e culturais (OROZCO-RODRIGUEZ et al. 2016; LECLERC; COPPENS 2012), amostragens sistemáticas considerando todos os eixos da diversidade poderiam melhorar a efetividade da coleção, em comparação com amostragens ao acaso. O terceiro argumento está relacionado à frequência dos alelos, partindo-se da classificação conceitual proposta por Marshall e Brown (1975), baseada na distribuição (ampla ou localizada) e na frequência (raros ou comuns). Com esse enfoque, os autores descrevem quatro classes de alelos em uma coleção de germoplasma: (a) alelos comuns e amplamente distribuídos; (b) alelos raros e amplamente distribuídos; (c) alelos comuns e localizados e; (d) alelos raros e localizados. O grupo de alelos de ampla distribuição e comuns estará representado em qualquer amostragem, independente de como esta seja estrategicamente planejada. A conservação do grupo de alelos raros e localizados requer amostragens maiores e, salvo objetivos específicos, é impraticável. Por isso, este grupo não é considerado nas estratégias de amostragem (FRANKEL 1984). A inclusão dos outros dois grupos de alelos permite conservar a máxima diversidade com o mínimo de acessos e, por essa razão, são os mais relevantes para o planejamento de uma amostragem. Os alelos raros e de ampla distribuição são os mais importantes no aporte da diversidade e podem ser amostrados com poucos acessos, ou seja, se eles estão em toda a coleção, então cada acesso tem um subconjunto dos alelos raros e dispersos. Os alelos comuns e localizados tornam-se importantes, pois estes sofrem uma forte pressão de seleção e, geralmente, controlam características adaptativas específicas, como são comuns em cada subamostra localizada e, portanto, terão uma boa representação (ALLARD, 1992).

O desenho de uma CN busca assegurar a retenção dos genes ou combinações gênicas presentes na Coleção Base (CB). A CB abriga em seu acervo a coleção *ex situ* completa e duplicada do germoplasma existente na Coleção Ativa, sem disponibilizar os acessos ao

intercâmbio, à caracterização e avaliação e, por isso, é considerada apenas uma estratégia de segurança da conservação (IBPGR 1991).

Para o estabelecimento de uma CN, Brown (1989) propôs a investigação dos seguintes componentes: (a) o universo da amostragem, incluindo unicamente acessos com dados completos;(b) o tamanho da amostra, como a base do delineamento de amostragem de alelos, segundo a frequência e distribuição (Brown, 1989) e;(c) a metodologia de seleção dos acessos, considerando a informação de passaporte. Como referência do tamanho de amostra da CN, Brown (1989) definiu que uma amostra de 10% da CB contém mais de 70% da variabilidade dos alelos da CB. Seis anos mais tarde, Charmet e Balfourier (1995) compararam as estratégias de amostragem ao acaso e estratificada se determinaram que amostras estruturadas de 10% da CB permitem capturar 92% da diversidade total.

Existem várias estratégias de amostragem, cuja base comum a todas elas considera que toda CB seja dividida em grupos geneticamente tão distintos quanto possível para que cada grupo seja amostrado e esteja representado na CN. As diferenças entre as estratégias se referem (a) aos métodos usados para classificar os acessos da CB em grupos tão diferentes geneticamente quanto possível e (b) à repartição do número total de acessos a ser incluído na CN.

Inicialmente Brown (1989) propôs três metodologias baseadas na classificação dos acessos da CB, considerando os eixos genéticos e geográficos. As três metodologias variam segundo a quantidade de acessos que integram cada grupo. A metodologia é dita (a) constante (C), quando cada grupo é integrado por um número igual e constante de acessos; (b) proporcional (P), quando seleciona os acessos de um grupo, mantendo uma relação proporcional à quantidade de acessos de cada grupo da CB e; (c) logarítmica (L), quando seleciona os acessos de cada grupo, mantendo uma relação proporcional com o logaritmo da quantidade total de acessos.

Com o desenvolvimento da bioinformática, outras estratégias foram propostas. A estratégia de maximização (M) da amostragem, (SCHOEN; BROWN, 1993) baseia-se na utilização da informação das características disponíveis na CB, identifica a combinação de acessos que maximiza o número de variantes das características presentes e garante um número mínimo de amostras em cada grupo. A estratégia M identifica quais acessos deverão ser incluídos na CN (VAN HINTUM et al. 2000), permite selecionar acessos com a maior diversidade, eliminando redundâncias (FRANCO et al., 2006).

Os países do Cone Sul da América do Sul (Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Paraguai e Uruguai) contam com importantes coleções *ex situ* de germoplasma de milho. Significativa parte dos acessos foi coletada na década de 1970, em campos de agricultores (ABADIE; BERRETA, 2005). Em busca de um aproveitamento das coleções, na década de 1990, foram desenvolvidas as CN de milho do Cone Sul. As CN foram desenvolvidas a partir de dois eixos de variabilidade: distribuição geográfica e características morfológicas (MALOSETTI; ABADIE, 2001). No caso do Brasil, Abadie et al. (1999) relatam que foram utilizados o eixo geográfico (cinco regiões eco geográficas de mandioca) e o eixo genético (quatro tipos de grão Pipoca; Dentado; Duro e Farináceo) para a definição da CN de milho. Surpreendentemente, apesar da importância do milho na cultura e tradição das Américas, nenhuma CN considerou, até agora, o eixo cultural.

A Convenção para a Diversidade Biológica (CBD, 1992), no seu artigo 9, estabelece que a conservação *ex situ* destina-se a complementar a conservação *in situ*. Contudo, a maior parte dos esforços continua sendo destinados à conservação *ex situ* (CLEMENT et al., 2007). O segundo relatório dos recursos genéticos (FAO 2010) indica que 44% dos acessos conservados *ex situ*, nos bancos de germoplasma do mundo, correspondem a variedades locais. A coleção de milho do Banco de Germoplasma da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa (<http://alelobag.cenargen.embrapa.br>), por exemplo, conserva apenas 12 acessos de variedades locais da região do Extremo Oeste de Santa Catarina (EOSC), Sul do Brasil. As últimas coletas de variedades locais de milho, no Brasil, foram realizadas em 1980 (SILVA, 2015). Nesse longo período de cultivo na região, muitas variedades locais dessa espécie podem ter desenvolvido novas variações e adaptações não contempladas nas coletas anteriores. Frente às carências das estratégias *ex situ*, a conservação *in situ* – *on farm* é uma solução dinâmica que assegura a contínua adaptação das variedades às mudanças do ambiente e se baseia nos componentes humanos e biológicos do ecossistema (GALLUZZI et al., 2010). Nos últimos trinta anos, têm surgido os bancos comunitários de sementes também chamados casas de sementes. Originados como resposta as perdas de variedades locais por fatores ambientais ou socioeconômicos, os bancos comunitários são gerenciados pelas comunidades (VERNOOY, SHRESTHA, STHAPIT, 2015). Os bancos comunitários são suporte da conservação *in situ* – *on farm* com a conservação, acesso e disponibilidade de sementes de variedades locais de e para as próprias comunidades.

A região EOSC foi indicada por Costa et al. (2016) como um “microcentro de diversidade do milho”. Esta indicação foi baseada na metodologia Censo da Diversidade, desenvolvida pelo Núcleo de Estudos em Agrobiodiversidade (NEABio) da UFSC, em 2010, com a finalidade de diagnosticar a diversidade de variedades locais de *Zea mays* L., em dois municípios da região. A presença de populações de *Zea luxurians*, parente silvestre do milho, também foi outra descoberta decorrente dessa mesma pesquisa (SILVA et al., 2015), reforçando a importância dessa região como área prioritária de conservação do gênero *Zea* fora do seu centro de origem. As informações do Censo da Diversidade também foram relevantes para identificar a Coleção de Variedades dos Agricultores ou a Coleção de Base *in situ-on farm*, bem como a adaptação do conceito de CN das coleções *ex situ* ao contexto da conservação *in situ-on farm*, ou seja, a Coleção Nuclear *in situ-on farm*.

A presente pesquisa parte do pressuposto de que é possível adaptar a ferramenta de CN desenvolvida para coleções *ex situ* para o conceito de ‘Coleção Nuclear *in situ-on farm*’, uma vez que seja conhecido o universo potencial de coleta e, a partir disso, usar a informação para orientar as atividades de conservação *in situ-on farm* das comunidades, bancos comunitários e coletas. Definir “o que conservar” e “o que caracterizar” é fundamental quando se trabalha com recursos financeiros e humanos limitados. Estabelecer claramente o menor número de amostras que melhor representa a diversidade das variedades conservadas *in situ-on farm* torna-se um componente-chave para o delineamento de estratégias mais eficientes de coleta e posterior conservação das coleções *ex situ*.

Assim, com o objetivo de identificar a melhor estratégia de coleta das variedades locais de milho conservadas *in situ-on farm*, em Anchieta e Guaraciaba, região Sul do Brasil, foram comparados três métodos de amostragem: a) ao acaso por estrato fundiário; b) adaptação da amostragem de CN ao acaso e c) adaptação da amostragem de CN baseada na metodologia de maximização.

3.2 MATERIAL E METODOS

3.2.1 Universo de amostragem: coleção base *in situ-on farm*

A Coleção Base *in situ-on farm* (CB-ISOF), definida para o presente estudo, compreendeu todas as populações de variedades locais de *Zea mays* L. cultivadas dentro de uma área geográfica de 558 km², delimitada pelos municípios de Anchieta e Guaraciaba, no Extremo

Oeste de Santa Catarina (EOSC), Sul do Brasil. Ela foi definida a partir da metodologia Censo da Diversidade, a qual permitiu identificar, mapear e caracterizar a diversidade das populações de variedades locais de *Zea mays* L. conservadas por agricultores familiares desses dois municípios (Costa et al., 2016). Assim, CB-ISOF desse estudo foi constituída por 1.513 populações de variedades locais (679 de Anchieta e 834 de Guaraciaba) de *Zea mays* L., conservadas em 1.034 unidades familiares de produção. Cada população contém as seguintes informações: identificação das variedades (nome, tempo de cultivo e fatores de risco de perda), características morfológicas do grão (tipo de endosperma, tamanho e cor), localização geográfica (município, comunidade, longitude e latitude) e valores de uso e conservação, reunidos em 13 categorias definidas por Costa et al. (2016).

Considerando a riqueza da CB-ISOF por tipo de endosperma do grão, as variedades foram distribuídas em dois subgrupos, ou seja, Comum/Farináceo/Doce e Pipoca. O primeiro subgrupo correspondeu aos milhos caracterizados como comuns, farináceos e doces (MC), incluindo todas as variedades portadoras de grãos dentados, semi-dentados, duros, semi-duros e enrugados. O segundo subgrupo correspondeu aos milhos caracterizados como pipocas (MP), de formato pontudo ou liso. Esta divisão foi baseada nos nomes e valores de usos indicados pelos agricultores durante as entrevistas do Censo da Diversidade (Costa 2013; Costa et al., 2016).

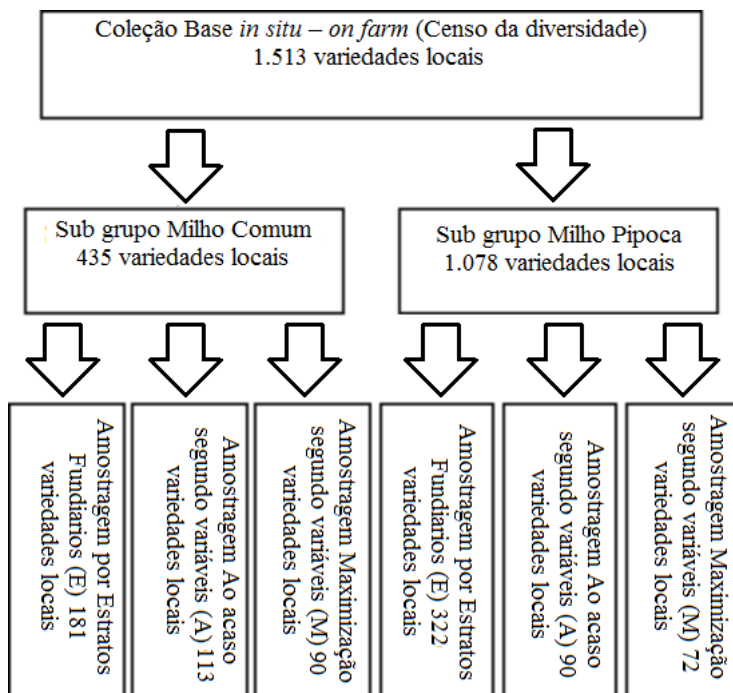
No caso dos MP, por serem menos diversificados quanto aos valores de usos, foram excluídas as classes de usos Agronômicos e Alimentação Animal. A característica Nome foi excluída para o subgrupo MP, porque 30% das variedades não possuem nome e, dentre aquelas que possuem um nome, 68% está associado à cor do grão e, por isso, a adição dessa característica seria informação redundante. Para o subgrupo MC, 18% das variedades locais não têm nome. Foram identificados 21% de nomes associados a características de cor de grão (Tabela complementar 1) e 43 nomes de baixa frequência (<1% das variedades). Os nomes de baixa frequência estão associados aos adjetivos de valores ou usos específicos do agricultor (p. ex. doce, graúdo, antigo) ou à origem da variedade (p. ex. Elcio, Festa, Camponesas). Essas variedades de baixa frequência não seriam selecionadas em uma classificação que somente fosse considerado a cor e o tipo de grão e, por isso, a característica Nome foi incluída para o subgrupo MC. As características associadas à localização das variedades (Municípios; Comunidades; Latitude e Longitude) são complementares e permitem abranger as diferentes redes e formas de

comunicação entre agricultores, que podem estar associadas: (a) às redes comerciais frequentadas pelos agricultores, em geral, centralizadas nos Municípios, (b) às redes sociais e de vizinhança, estabelecidas nas Comunidades, e (c) ao fluxo de pólen entre populações locais de milho, segundo a distância geográfica (Latitude e Longitude). Por isso, as três características associadas a localização das variedades locais foram incluídas nessa análise.

3.2.2 Estratégias de amostragem

O presente trabalho testou três estratégias de amostragem (Figura 1), como segue: (a) ao acaso e estratificada por classe fundiária (E); (b) adaptação da amostragem de CN, baseada na metodologia de maximização (M) e; (c) adaptação da amostragem de CN ao acaso (A).

Figura 1 – Quantidade de variedades locais da Coleção Base, dos subgrupos identificados por tipo de grão e das estratégias de amostragem avaliadas.



No caso de amostragem E, o tamanho amostral foi definido pela estratégia de partilha ótima (NEYMAN, 1938), considerando o número total de agricultores que conservam variedades locais de MC e de MP. Adotou-se como variável de estratificação a classe fundiária, por considerar que as estratégias de conservação e manejo das famílias poderiam variar de acordo com o tamanho de suas propriedades. Os dados de tamanho das áreas foram obtidos da base de dados do Censo da Diversidade (Costa 2013). O tamanho de amostra (Tabela 1) foi constituído por 141 agricultores de MC e 244 de MP, considerando uma margem de erro de 5%. Após a definição do tamanho da amostra, a seleção dos agricultores dentro de cada um dos estratos foi estabelecida ao acaso, por meio de sorteio aleatório, realizado com o auxílio do programa estatístico SPSS 2.2 (SPSS, 2009). Como a variável de estratificação correspondia à família mantenedora, as variedades foram amostradas por conglomerados, para incluir todas as variedades de cada família na amostragem.

Tabela 1 – Quantidade total de agricultores que cultivam variedades locais por estrato fundiário de área em hectares¹ e amostragem de partilha ótima por estrato fundiário, considerando os tipos de milho Comum/Farináceo/Doce e milho Pipoca, conservados *in situ-on farm*

Estratos (há.)	Tipo Comum/Farináceo/ Doce			Tipo Pipoca		
	Censo	Amostragem	%	Censo	Amostragem	%
≤ 5,0	54	22	41%	94	33	35%
5,1 a 10,0	63	26	41%	140	48	34%
10,1 a 15,0	74	34	46%	175	61	35%
15,1 a 20,0	55	25	45%	100	35	35%
20,1 a 30,0	43	21	49%	108	32	30%
> 30,1	28	13	46%	99	35	35%
Total	317	141	44%	716	244	34%

Fonte: Costa et al. (2016).

A estratégia M, proposta por Kim et al. (2007), tem duas etapas. A primeira transforma todas as variáveis em nominais e a segunda faz a amostragem da CN. Na primeira etapa, as variáveis qualitativas não precisam de transformação e são consideradas todas as classes; para as variáveis contínuas, os valores são classificados em k classes, segundo a regra de Sturges (1926), onde $k=1+ \lceil \log \rceil_2 n$, com n igual a quantidade

de acessos com presença da variável. A amostragem da CN é gerada por uma sequência de instruções (algoritmo), que pode repetir (iterações), procurando o caminho mais curto para maximizar o número de classes detectadas (heurístico).

A amostragem ao acaso (A) foi baseada nas mesmas variáveis da amostragem M, diferindo desta por escolher um acesso de cada classe. Uma vez que todas as classes da variável estejam representadas, o procedimento é repetido para todas as variáveis até completar todas as classes do conjunto base. Nos casos em que a classe tem um único acesso, ele é amostrado diretamente.

As amostragens M e R foram determinadas com o auxílio do programa Power Core (KIM et al., 2007), desenhado para desenvolver CN. As variáveis consideradas para a amostragem foram organizadas conforme a Tabela 2, segundo o tipo de milho (MC ou MP). As variáveis quantitativas, tempo, longitude e latitude foram divididas em 10 e 12 classes, respectivamente, segundo a regra de Sturges (1926). Tamanho de grão de MP foi dividido em três classes (grande, médio e pequeno), segundo as respostas dos agricultores.

Tabela 2 – Variáveis da Coleção Base utilizadas nas amostragens ao Acaso (A) e de Maximização (M) e número de classes para milho comum e milho pipoca.

Característica	Variáveis	Tipo	Classes	
			Comum	Pipoca
Localização	Municípios	Nominal	2	2
Localização	Comunidades	Nominal	63	69
Localização	Latitude	Nominal	11	12
Localização	Longitude	Nominal	11	12
Grão	Cor de grão	Nominal	6	5
Grão	Tipo de grão	Nominal	3	3
Grão	Tamanho de grão	Nominal	0	3
Identificação	Nome	Nominal	56	0
Identificação	Tempo	Nominal	10	11
Identificação	Risco perda	Nominal	4	4
Valor de uso	Subcategorias	Binária	2	2

Foram identificadas 51 subcategorias de Valores de usos para MC e 38 para MP (Tabela 3). Cada uma das subcategorias dos Valores de usos foi considerada binária (presença ou ausência), uma vez que uma mesma variedade pode ter mais de um valor de uso, em forma simultânea.

Tabela 3 – Subcategorias das variáveis da Coleção Base utilizadas nas amostragens Ao Acaso (A) e de Maximização (M) para milho comum e milho pipoca.

Categoria	Subcategorias Milho comum	Subcategorias Milho pipoca
Agronômica	Produtividade	Produtividade
	Precoce	Precoce
	Fácil de Debulhar	Fácil de Debulhar
	Resistência ao Acamamento	Resistência ao Acamamento
	Tardia	Tardia
	Empalhamento	Prolificidade
	Sabugo Fino	Seca Rápido
	Enraizamento	-
	Fácil de Moer	-
	Grão Duro	-
	Porte Alto	-
Porte Baixo	-	
Porte Médio	-	
Gastronômica	Ponto de Milho Verde	-
	Sabor	Sabor
	Maciez	Maciez
	Doce	Doce
	Farinha	Crocante
	Milho Verde	Pé de Moleque
	Pamonha	Sequinha
	Polenta	Não tem Casca
	Conserva	Volume
	Canjica	Estoura bem
	Pão	Pequena
-	Branca	
-	Outras	
Adaptativa	Resistência Doenças	Resistência Doenças
	Resistência Caruncho	Resistência Caruncho
	Resistência Pragas	-
	Resistência Seca	-
	Resistência Chuva	-
	Para a Safra	-
	Para a Safrinha	-
	Amplitude de Adaptação	Amplitude de Adaptação
-	Mantém pureza	
Alimentação animal	Ração	-
	Silagem	-
Cultural	Tradição	Tradição
	Lazer	Lazer
	Afetivo	Afetivo

(Continuação)

Categoria	Subcategorias Milho comum	Subcategorias Milho pipoca
Estética	Espiga Grão Planta	Espiga Grão Planta
Econômica	Autonomia da Semente Custo de Produção Venda de Sementes	Autonomia da Semente Custo de Produção Venda de Sementes
Saúde	Livre de Agrotóxicos Livre de Transgênicos Alimento Saudável	Livre de Agrotóxicos Livre de Transgênicos Alimento Saudável
Conservação	Conservação da diversidade	Conservação da diversidade
Nutricional	Nutricional	Nutricional
Ornamental	Ornamental	Ornamental
Artesanal	Artesanal	-
Medicinal	Medicinal	-

O risco de perda foi estimado segundo o método da Análise Participativo Quatro Células (RANA et al., 2005). Trata-se de uma ferramenta que visa entender a dinâmica das variedades locais, por meio da análise do número de famílias de agricultores que as cultivam e da área ocupada. Os autores desse método entendem que poucas famílias e área reduzida aumentam o risco de perda de uma variedade. Como adaptação da ferramenta desenvolvida por Rana et al. (2005) aos dados do Censo da Diversidade, foi utilizada a frequência das variedades e sua distribuição nos municípios. As variedades de mesmo nome com frequências (número de citações) inferiores a 5% (consideradas raras) exclusivas de um único município foram incluídas no Grupo IV e consideradas com elevado risco de perda; as variedades com frequências inferiores a 5%, presentes em dois municípios (Grupo III) e as variedades com frequências superiores ou iguais a 5%, exclusivas de um município (Grupo II) foram consideradas com risco médio de perda; as variedades com frequências superiores ou iguais a 5% e presentes em dois municípios foram incluídas no Grupo I e consideradas com risco baixo de perda.

3.2.3 Validação das estratégias de amostragem

A validação das amostragens foi com a comparação da riqueza, diversidade e representatividade associada a cada uma das amostragens (E, A e M). A Riqueza (S) foi estimada pela contagem do número total

de classes de cada variável. As diferenças dos valores de S entre as três estratégias (E, A e M) foram testadas pelo teste χ^2 .

A diversidade das diferentes amostragens foi estimada por meio dos índices de Gini-Simpson (SIMPSON, 1949) e Shannon (SHANNON, 1948). O índice de diversidade Gini-Simpson (H_{GS}) é dado por $H_{GS} = 1 - \sum_i p_i^2$ (SIMPSON, 1949), com p_i igual à frequência da i -ésima classe da variável ou o número de acessos de cada classe. A significância das diferenças entre as três metodologias de amostragem (E, A e M), em relação à CB-ISOF, foi estimada mediante *Bootstraps*, com 9.999 iterações e com 95% de confiança. O Índice de Shannon (H') é dado por $H' = -\sum_i p_i \ln p_i$ (SHANNON, 1948), sendo p_i também a frequência da i -ésima classe. A significância das diferenças entre as três metodologias de amostragens (E, Re M), em relação à CB-ISOF, também foi estimada mediante *Bootstraps*, com 9.999 repetições e com 95% de intervalo de confiança.

Para estimar a representatividade das amostragens, foram comparadas as classes das variáveis de cada amostragem em relação à CB-ISOF, determinando as porcentagens das amplitudes retidas nas amostragens e as características com baixa representatividade, conforme a fórmula proposta por Diwan et al. (1995), dada por $\%R = \frac{\sum_i R_{CAij} / R_{CBij}}{t} \times 100$, onde R_{CA} são as i classes das j variáveis na amostragem (E, R ou M), R_{CB} são as i classes das j variáveis na CB-ISOF e t é o número total de variáveis comparadas. Para avaliar as diferenças significativas de %R das amostragens de E, R e M com a CB-ISOF foram comparadas as frequências das variáveis utilizadas com o teste de Chi quadrado (χ^2).

Os índices de H' e H_{GS} foram estimados com o auxílio do programa PAST 3.04 (HAMMER et al. 2001), a representatividade com Excel e os testes de χ^2 com os pacotes *stats* (R CORE TEAM, 2015) e *pwr* (CHAMPELY 2015) do programa RStudio.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Tabela 4, são apresentadas as quantidades e percentuais de variedades estimados pelas metodologias de amostragem por partilha ótima por estrato (E), adaptado da amostragem de CN ao acaso (A) e adaptado da amostragem de CN, com base na metodologia de maximização (M). Para o subgrupo MC, a amostragem E foi constituída por 181 variedades, correspondendo 42% da CB-ISOF, enquanto para

MP, a amostragem foi de 322 variedades, equivalente a 31% da CB-ISOF deste subgrupo. Pela metodologia R, foram amostradas 113 variedades do subgrupo MC (26% da CB-ISOF) e 90 variedades do subgrupo MP (8% da CB-ISOF). Pela metodologia M, foram determinadas amostragens de 91 variedades de MC (21% da CB-ISOF) e 72 variedades do subgrupo MP (6% da CB-ISOF).

Tabela 4 – Quantidade de variedades estimada pelas metodologias de amostragem de partilha ótima por Estrato (E), ao Acaso (A) e de Maximização (M), e percentagem de variedades da Coleção de Base *in situ-on farm* (CB-ISOF) representada nas respectivas amostragens

Amostragem	Variedades Milho Comum		Variedades Milho Pipoca	
		%		%
Estratos	181	42%	332	31%
Ao Acaso	113	26%	90	8%
Maximização	91	21%	72	7%
CB-ISOF ¹	435	100%	1078	100%

O teste de χ^2 para S mostrou diferenças significativas entre a CB-ISOF do subgrupo MC para a amostragem E (Tabela 5). Para o subgrupo MP, a riqueza de nenhuma das amostragens foi significativamente diferente, em relação à CB-ISOF (Tabela 6). O valor médio do Índice H' estimado para a CB-ISOF do subgrupo MC foi de 1,88, enquanto para as amostragens E, A e M do mesmo subgrupo, os valores médios de H' foram 1,83; 1,99 e 2,02, respectivamente. Para o subgrupo MP, os valores médios de H' foram de 1,42 para a CB-ISOF, 1,41 para a amostragem E, 1,50 para a amostragem A e de 1,67 para a amostragem M. Para o índice de diversidade H_{GS} , os valores médios obtidos para a CB-ISOF, E, A e M do subgrupo MC foram 0,57; 0,57; 0,59 e 0,60, respectivamente, enquanto para o subgrupo MP, os valores do índice H_{GS} foram 0,62 para CB-ISOF, 0,61 para as amostragens E e A, e 0,70 para a amostragem M. Para ambos os índices (H' e H_{GS}), os valores foram superiores para a amostragem M.

A riqueza (S) não considera a quantidade de variedades por classe e, portanto, é um parâmetro mais sensível às baixas frequências de classes das variáveis (JOST et al. 2010). Estes resultados estão indicando uma perda de representatividade de classes nas amostragens E para MC. Os índices H' e H_{GS} , por serem de primeira e segunda ordem, permitem avaliar as características comuns e muito comuns, respectivamente (Hill et al. 1973). O índice H' minimiza as redundâncias e as amostragens mantêm a diversidade da CB-ISOF; em

um conjunto menor de indivíduos, são desejáveis aumentos dos valores dos índices de diversidade das amostras, em relação ao valor da CB-ISOF (ODONG et al., 2013). No presente trabalho, para os índices H' e H_{GS} , foram observadas diferenças significativamente superiores entre as amostragens R e M, em relação à CB-ISOF, para a variável *Nome* do subgrupo MC (Tabela 11). Entre a amostragem M e a CB-ISOF também existem diferenças significativamente superiores do índice H para a variável *Comunidade*. Os valores de H' e H_{GS} , estimados para a amostragem M, a sua significância em relação a CB-ISOF e a amostra de tamanho menor, sugerem que a CN *in situ-on farm* (CN-ISOF), constituída por essa metodologia (M), representa melhor a diversidade das variedades de MC, devido a uma redução das redundâncias.

Tabela 5– Riqueza (S) e diversidade segundo índices de Shannon (H') e Gini-Simpson (H_{GS}) de cada variável para a Coleção Base *in situ-on farm* (CB-ISOF) e para as amostragens de partilha ótima por estratos (E), ao acaso (A) e de Maximização (M) do subgrupo milho comum/farináceo/doce (MC).

Variável	CB-ISOF			E			A			M		
	S	H'	H_{GS}	S	H'	H_{GS}	S	H'	H_{GS}	S	H'	H_{GS}
Município	2	0,69	0,50	2	0,68	0,49	2	0,69	0,50	2	0,69	0,50
Comunidade	63	3,73	0,97	54	3,65	0,97	63	3,91	0,97	63	3,97*	0,98
Cor do grão	6	1,26	0,64	6	1,23	0,61	6	1,29	0,63	6	1,29	0,64
Tipo do grão	3	0,73	0,41	3	0,74	0,42	3	0,74	0,41	3	0,87	0,50
Nome	58	3,14	0,93	30	2,97	0,93	56	3,65*	0,96*	56	3,69*	0,96*
Tempo	8	0,99	0,45	4	0,91	0,43	8	1,05	0,49	8	1,08	0,51
Risco perda	4	1,10	0,63	4	1,10	0,64	4	1,11	0,66	4	1,15	0,67
Valor de uso	52	3,39	0,06	45	3,36	0,06	52	3,54	0,06	52	3,47	0,07
Médias	-	1,88	0,57	-	1,83	0,57	-	1,93	0,59	-	2,02	0,60
χ^2	-				15,8			0,07			0,07	

*Diferenças são significativas ao nível de 5% de probabilidade com um IC de 95% e 9.999 Bootstraps. Valor crítico de $\chi^2_{(7, 0,05)} = 14,07$.

Para MP (Tabela 6), os índices H' e H_{GS} da amostragem A foram significativamente diferentes da CB-ISOF pelo *Bootstraps*, com respeito às variáveis *Comunidade* e *Risco de perda*. A amostragem M do subgrupo MP também foi significativamente superior da CB-ISOF, para o índice H' , estimado para as variáveis *Comunidade*, *Cor do grão*, *Tempo* e *Risco de perda*, enquanto os índices H_{GS} da mesma amostragem (M) foram superiores e significativamente diferentes da CB-ISOF para

as variáveis *Comunidade*, *Tempo* e *Risco de perda*. Para o subgrupo das variedades de MP, o índice H' , estimado para a amostragem M, e a sua significância em relação CB-ISOF sugerem que a CN-ISOF estabelecida por esta amostragem (M) representa melhor a diversidade e riqueza de “cores de grão”, “tempo de cultivo” na propriedade e “riscos de perdas” por toda a área geográfica estudada. De fato, a cor do grão tem sido um atributo usado pelos agricultores da região para reconhecerem a maioria de suas variedades (vide Capítulo I).

Tabela 6– Riqueza (S) e diversidade segundo índices de Shannon (H') e Gini-Simpson (H_{GS}) de cada variável para a Coleção Base *in situ-on farm* (CB-ISOF) e para as amostragens de partilha ótima por estratos (E), ao acaso (A) e de Maximização (M) do subgrupo milho pipoca (MP).

Variável	CB-ISOF			E			A			M		
	S	H'	H_{GS}	S	H'	H_{GS}	S	H'	H_{GS}	S	H'	H_{GS}
Município	2	0,68	0,49	2	0,69	0,49	2	0,68	0,48	2	0,68	0,49
Comunidade	69	3,91	0,97	64	3,82	0,97	69	4,14	0,98*	69	4,22	0,99
Cor do grão	5	1,35	0,71	6	1,37	0,72	5	1,24	0,67	5	1,50	0,77
Tipo do grão	3	0,79	0,52	3	0,79	0,52	3	0,77	0,51	3	0,90	0,56
Tamanho do grão	3	0,87	0,55	3	0,88	0,56	3	0,82	0,53	3	0,92	0,57
Tempo	9	1,26	0,61	9	1,25	0,61	9	1,38	0,62	9	1,34	0,72
Valor de uso	36	1,96	0,77	28	1,92	0,71	36	2,88	0,84	36	2,88	0,91
Risco de perda	3	0,56	0,30	3	0,53	0,29	3	0,94	0,23	3	0,94	0,56
Média	-	1,42	0,62	-	1,41	0,61	-	1,50	0,61	-	1,67	0,70
χ^2				15,8			0,07			0,07		

*Diferenças são significativas ao nível de 5% de probabilidade com um IC de 95% e 9.999 Bootstraps. Valor crítico de $\chi^2_{(7, 0,05)} = 14,07$.

Os resultados são consistentes com os trabalhos de Li et al. (2004), avaliando a diversidade de 14 características de uma coleção nuclear de milho do banco de germoplasma da China. Todas as características tiveram valores de H' significativamente superiores à coleção de base. Mahajan et al.(2007) identificaram 14 dos 15 descritores de uma coleção nuclear de *Sesamum indicum* L. com índice H' superiores à coleção original. Vilaró (2013) avaliou os índices H' por regiões da Argentina e Paraguai para a característica tipo de grão de coleções nucleares de milho desses dois países. Em nove das dez regiões, os valores de H' foram superiores à coleção base. Para a avaliação da coleção nuclear de *Pennisetum glaucum*, Bhattacharjee et al. (2007) compararam os índices H' de 11 descritores agrônômicos, dos quais 6 foram superiores na coleção nuclear.

As médias do %R para MC (Tabela7) foram de 89% para a amostragem E de 99% para as amostragens A e M. Para o subgrupo MP (Tabela 8), as médias do %R foram de 96%para a amostragem E e de 100% para as amostras A e M. Uma estratégia de amostragem é eficiente quando retém em média, pelo menos, 80% da amplitude da CB (FRANKEL; BROWN, 1984).

Tabela 7– Amplitude das variáveis na Coleção Base *in situ-on farm* (CB-ISOF) do subgrupo milho comum/farináceo/doce (MC) e porcentagens de retenção (%R) das amostragens de partilha ótima por estratos (E), ao acaso (A) e de maximização (M).

Variável	Amplitude	Porcentagem de Retenção		
	CB-ISOF	E	A	M
Município	2	100	100	100
Comunidade	63	86	100	100
Cor do grão	6	100	100	100
Tipo do grão	3	100	100	100
Nome	58	52	97	97
Tempo	8	88	100	100
Valor de usos	52	87	100	100
Risco perda	4	100	100	100
Média		89	99	99

Quando o RR% é analisado individualmente, os valores de %R das variáveis estudadas variaram entre 52a 100% para MC e de 78% e 100% para MP, levando em conta todas as metodologias de amostragem. Foi notável a superioridade das metodologias R e M quanto à retenção da amplitude de todas as variáveis. Malosetti e Abadie (2001), avaliando diferentes estratégias de amostragem (ao acaso, constante, proporcional e logarítmica), para uma coleção nuclear de 10% da coleção *ex situ* de milho do Uruguai, obtiveram valores de R% entre 69 e 91% para 17 descritores fenotípicos.

Considerando o critério proposto por Diwan et al. (1995), que estabelece 70% como limite mínimo de representatividade das variáveis na amostra em relação CB-ISOF, apenas a característica *Nome* da amostragem E do subgrupo MC apresentou um %R inferior (52%). Segundo Wang et al. (2013), os valores do %R são afetados pelo tamanho da amostra e a quantidade de classes e, por isso, variáveis com a máxima quantidade de classes em algumas estratégias requerem uma amostragem maior. O valor inferior ao crítico encontrado para amostragem E do presente trabalho indica um tamanho de amostra

insuficiente para uma adequada representatividade da característica *Nome*.

Tabela 8– Amplitude das variáveis na Coleção Base *in situ-on farm* (CB-ISOF) do subgrupo milho pipoca (MP) e porcentagens de retenção (%R) das amostragens de partilha ótima por estratos (E), ao acaso (A) e de maximização (M).

Variável	Amplitude	Porcentagem de Retenção		
	CB-ISOF	E	A	M
Município	2	100	100	100
Comunidade	69	93	100	100
Cor do grão	6	100	100	100
Tipo do grão	3	100	100	100
Nome	56	100	100	100
Tempo	9	100	100	100
Valor de usos	36	78	100	100
Risco perda	3	100	100	100
Média		96	100	100

A amostragem A do subgrupo MC (Tabela 9) foi significativamente diferente pelo teste χ^2 para a variável *Risco de perda*, que representa 12% das variáveis. Esse percentual é inferior aos níveis críticos de 30% e de 20% propostos por Diwan et al.(1995) e Hu et al. (2000), respectivamente, e, portanto, todas as amostragens efetuadas para o subgrupo MC podem ser consideradas representativas.

Tabela 9 – Valores de p do teste χ^2 das distribuições de frequências de classe da Coleção Base *in situ-on farm* (CB-ISOF) e das amostragens ao acaso (A), partilha ótima por estratos (E) e de Maximização (M) do subgrupo milho comum/farináceo/doce (MC).

	GL	A	E	M
Municípios	1	0,848	0,421	0,894
Comunidade	62	0,998	0,999	0,999
Cor do grão	5	0,726	0,921	0,625
Tipo do grão	2	0,944	0,861	0,253
Nome	55	0,872	0,999	0,536
Tempo	7	0,809	0,999	0,999
Valor de usos	50	0,997	0,999	0,999
Risco perda	3	0,015	0,616	0,069

Para o subgrupo MP (Tabela 10), a amostragem A apresenta diferenças significativas pelo teste χ^2 para a variável *Valor de usos*, em relação à CB-ISOF, enquanto a amostragem E apresentam significância para a variável *Risco de perda*, e a amostragem M, para as variáveis *Tipo do grão*, *Valores de usos* e *Risco de perda*. A amostragem M, com 37% das variáveis, supera os limites máximos de 30% e 20% de significância estabelecidos por Diwan et al. (1995) e Hu et al. (2000), respectivamente. As diferenças significativas da amostragem M em relação à CB-ISOF podem ser explicadas por um aumento das variedades com baixas frequências na CB-ISOF.

Tabela 10 – Valores de p do teste χ^2 das distribuições de frequências de classe da Coleção Base *in situ-on farm* (CB-ISOF) e das amostragens ao acaso (A), partilha ótima por estratos (E) e de Maximização (M) do subgrupo milho pipoca (MP).

	GL	A	E	M
Municípios	1	0,85	0,81	0,99
Comunidade	68	0,82	0,96	0,76
Cor do grão	4	0,22	0,22	0,84
Tipo do grão	2	0,82	0,65	$2,0 \times 10^{-4}$
Tamanho de Grão	4	0,87	0,99	0,70
Tempo	7	0,16	0,91	0,04
Valor de usos	35	0,01	0,99	$5,2 \times 10^{-7}$
Risco perda	2	0,28	$3,2 \times 10^{-13}$	$3,63 \times 10^{-3}$

As variedades com tipo de grão *Intermediário*, na amostragem M, As variedades com tipo de grão *Intermediário*, na amostragem M, têm uma frequência de 7% da CB-ISOF, enquanto nas amostragens A e E, as variedades com tipo de grão *Intermediário* tem uma frequência de 2%. Para a característica *Valor de Uso*, de 37 classes totais, 32 tiveram frequências superiores, na amostragem M, com médias de 1,7% em relação à CB-ISOF (1,4%), enquanto nas amostragens E e A, as frequências médias foram de 0,8% e 1,1%, respectivamente. Para a variável *Risco de perda*, o grupo IV (variedades raras e exclusivas de um único município) tem frequência de 4,0% na CB-ISOF, 2% na amostragem E, 5% na amostragem A, e na amostragem M, a frequência aumenta para 14%.

Com objetivo de verificar se o aumento das classes de baixa frequência influiu na representatividade das amostragens, foram avaliadas pelo teste χ^2 somente as classes de alta frequência (dados não apresentados) e em nenhum dos casos foram identificadas diferenças

significativas. Estes resultados confirmam que as diferenças da amostragem M foram explicadas por um aumento da diversidade.

As coletas de germoplasma, geralmente, são planejadas priorizando os eixos geográficos com informação de clima, altitude, relevo e tipo de solos, o que é efetivo em grandes áreas (CHARMET; BALFOURIER, 1995). A partir desta perspectiva, as microrregiões com variação ambiental reduzidas estão representadas com uns poucos pontos de coleta e, nesses casos, grande parte da diversidade de variedades locais pode não ser capturada. A microrregião do EOSC tem um clima subtropical mesotérmico úmido com uma variação de 1800 a 2200 mm de chuvas e 500 m de altitude entre as partes altas e baixas (EPAGRI/IBGE, 2004). Esta variação relativamente pequena em relação ao de áreas geográficas mais distantes pode ser a explicação da quase nula representação das variedades locais desta área, em coleções *ex situ* do Brasil e também da escassez de expedições de coletas. Recentes trabalhos têm demonstrado os vazios que existem nas coleções e a importância de estudar a dinâmica das variedades locais na escala de microrregiões (PERALES et al., 2003; PRESSOIR; BERTHAUD, 2004; LATOURNERIE et al., 2006; BRACCO et al., 2012).

Geralmente, nas coleções *ex situ*, a informação sobre os acessos é bastante limitada ou imprecisa. As informações de passaporte raramente incluem características descritas por agricultores ou fazem referência às condições ecológicas de onde se originou o material (DE BOEF et al., 2007). Os resultados demonstraram que para variedades locais conservadas *in situ-on farm*, em microrregiões, dispor de informações culturais como nomes ou usos dos agricultores por meio de um censo da diversidade, e associá-las com a estratégia de maximização de amostragens (M), permite incluir nas coletas também o eixo cultural da diversidade, além de reduzir significativamente o tamanho da coleção e estabelecer as rotas de coletas.

Muito mais do que ter representatividade quanto à amplitude geográfica, aos atributos morfológicos, à identidade das variedades e aos valores de uso, a associação das estratégias Censo da Diversidade e Coleção Nuclear *in situ-on farm* permitem incorporar o eixo cultural nas coletas de microrregiões, em primeiro lugar por acumular a máxima riqueza e diversidade de *Nomes e Valores de uso* das amostragens, em segundo lugar, porque a informação está disponível desde o início da coleção.

As coletas no contexto da conservação *in situ-on farm* têm como objetivo caracterizar e valorizar o germoplasma local, com o objetivo de incentivar a elaboração de políticas públicas que assegurem a

continuidade da conservação das variedades locais nas mãos das famílias, tal como tem sido feito há milênios. Dentro deste contexto, a conservação *ex situ* tem seu papel destacado como estratégia complementar e integrado aos sistemas informais de conservação de germoplasma e nunca com o intuito de substituí-la. A estratégia de Coleção Nuclear *in situ-on farm* proposta nessa pesquisa também pode ser utilizada como suporte ao desenvolvimento de bancos comunitários de sementes, na medida em que os valores de uso dos agricultores podem ser incluídos entre as variáveis de seleção, de forma a aplicar essa ferramenta para facilitar a identificação de variedades prioritárias à conservação. Finalmente, as coleções representativas e de tamanho reduzido facilitam os trabalhos de caracterização das variedades locais da microrregião, o que favorece a valorização e uso das variedades e da relevância à conservação *in situ-on farm*.

3.4 CONCLUSÕES

A metodologia de amostragem de maximização (M) mostrou-se adequada para a definição da Coleção Nuclear de *Zea mays* L. adaptada ao contexto da conservação *in situ-on farm* de dois municípios do Extremo Oeste de Santa Catarina, uma vez que as amostras constituídas por essa metodologia representaram melhor a diversidade das variedades locais da Coleção de Base *in situ-on farm* quanto à sua identidade, distribuição geográfica, morfologia de grão, aos valores de usos e culturais e aos saberes dos guardiões da diversidade regional.

3.5 REFERÊNCIAS

ABADIE, T.; BARRETA, A. Desarrollo de Colecciones Núcleo de Maíz en el Cono Sur de América Latina: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay. PROCISUR/IICA, Montevideo p. 89, 2005.

ABADIE, T.; MAGALHÃES, J. R.; PERENTONI, ORDEIRO, C. M. T.; ANDRADE, R. V. The core collection of maize germplasm of Brazil. *Plant Genetic Resour Newsl*, 117:55-56, 1999.

ALLARD, R. W. Predictive methods for germplasm identification. In: Stalker HT, Murphy JP (eds.) *Plant breeding in the 1990's*. CAB International, Wallingford, Oxon pp. 119-14, 1992.

BHATTACHARJEE, R.; KHAIRWAL, I. S.; BRAMEL, P. J.; REDDY, K. N. Establishment of a pearl millet [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.] core collection based on geographical distribution and quantitative traits. *Euphytica*, 155: 35-45, 2007.

BRACCO, M.; LIA, V. V.; HERNÁNDEZ, J. C.; POGGIO, L.; GOTTLIEB, A. M. Genetic diversity of maize landraces from lowland and highland agro-ecosystems of Southern South America: implications for the conservation of native resources. *Ann App Biol*, 160;3: 308-321, 2012.

BROWN AHD The case for core collections. In BROWN AHD, FRANKEL OH, MARSHALL DR, WILLIAMS, J.T (eds) *The use of plant genetic resources*. Cambridge University Press, Cambridge, p. 136-156, 1989.

BROWN AHD, MARSHALL DR. A basic sampling strategy: theory and practice. *Collecting plant genetic diversity: technical guidelines*. CAB International, Wallingford, p.75-91, 1995.

CBD. Convention of Biological Diversity 1992. <https://www.cbd.int/convention/articles> acesso 15 de dezembro de 2015.

CHAMPELY, S. pwr: Basic functions for power analysis (Version 1.1-2). <http://CRAN.R-project.org/package=pwr> 2015.

CHARMET, G.; BALFOURIER, F. The use of geostatistics for sampling a core collection of perennial ryegrass populations. *Genetic Resour Crop Evol*, 42: 303-309, 1995.

CLEMENT, C. R.; ROCHA, S. F. R.; COLE, D. M.; VIVAN, J. L. Conservação *on farm*. In: NASS, L. L. (eds), Recursos genéticos vegetais, Embrapa, Brasília, DF, p 511-543, 2007.

COSTA, F. M. Diversidade genética e distribuição geográfica: uma abordagem para a conservação *on farm* e *ex situ* e o uso sustentável dos recursos genéticos de milho do Oeste de Santa Catarina. 2013. 211 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2013.

COSTA, F. M.; SILVA, N. C. D. A.; OGLIARI, J. B. Maize diversity in southern Brazil: indication of a microcenter of *Zea mays* L. *Genetic Resources and Crop Evolution*, DOI: 10.1007/s10722-016-0391-223, 2016.

DE BOEF, W. S.; STHAPIT, B. R.; UPADHAYA, M. P.; SHRESTHA, P. K. Estratégias de conservação em unidades de produção familiares. In: DE BOEF, W. S.; THIJSSSEN, M. H.; OGLIARI, J. B.; STHAPIT, B. R. (eds). Biodiversidade e agricultores: fortalecendo o manejo comunitário. Porto Alegre: L & PM, pp. 45-52, 2007.

DIWAN, N.; MCINTOSH, M. S.; BAUCHAN, G. R. Methods of developing a core collection of annual *Medicago* species. *Theor. Appl. Genet*, 90:6, 755-761, 1995.

EPAGRI/IBGE. Mapas digitais de Santa Catarina. 2014, <http://circam.epagri.sc.gov.br/mapoteca>. Acesso 18 outubro 2015.

FAO, Segundo Informe sobre el estado de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura en el mundo, 2010 <http://www.fao.org/docrep/meeting/022/k9375s.pdf>. Acesso 18 dezembro 2015.

FRANCO, J.; CROSSA, J.; TABA, S.; SHANDS, H. A sampling strategy for conserving genetic diversity when forming core subsets. *Crop Science*, v. 45, n. 3, p. 1035-1044, 2005.

FRANKEL, O. H. Genetic perspectives of germoplasm conservation. In: ARBER, W.; LLIMENSEE, K.; PEACOCK, W.J.; STARLINGE, P. (eds) Genetic Manipulation: impact on man and society. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 161-70, 1984-

FRANKEL, O. H.; BROWN, A. H. D. Plant genetic resources today: a critical appraisal. In: Holden JHW, Williams JT (eds) Crop Genetic Resources: Conservation and Evaluation, Allen and Unwin, Winchester, pp 249–257, 1984.

GALLUZZI, G.; EYZAGUIRRE, P.; NEGRI, V. Home gardens: neglected hotspots of agro-biodiversity and cultural diversity. *Biodivers Conserv* 19; 13: 3635-3654, 2010.

HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4;1: 9, 2001.

HILL, M. O. Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology*, 54;2: 427-432, 1973.

HU, J.; ZHU, J.; XU, H. M. Methods of constructing core collections by stepwise clustering with three sampling strategies based on the genotypic values of crops. *Theor. Appl. Genet*, 101: 264-268, 2000.

IBPGR(1991)Elsevier's dictionary of plant genetic resources. Elsevier Science, Amsterdam

KIM, K. W.; CHUNG, H.K.; CHO, G. T.; MA, K. H.; CHANDRABALAN, D.; GWAG, J. G.; PARK, Y. J. PowerCore: A program applying the advanced M strategy with a heuristic search for establishing core sets. *Bioinformatics*, 23: 16, 2155-2162, 2007.

LATOURNERIE, L.; TUXILL, J.; YUPIT, E.; ARIAS, L.; CRISTOBAL, J.; JARVIS, D. I. Traditional maize storage methods of Mayan farmers in Yucatan, Mexico: implications for seed selection and crop diversity. *Biodivers Conserv*, 15: 1771–1795, 2006.

LECLERC, C.; COPPENS, D. E. G. Social organization of crop genetic diversity. The G x E x S interaction model. *Diversity*, 4, 1-32, 2012.

LI, Y.; SHI, Y.; CAO, Y.; WANG, T. Establishment of a core collection for maize germplasm preserved in Chinese National Genebank using geographic distribution and characterization data. *Genet Resour Crop Ev*, 51;8: 845-852, 2004.

MAHAJAN, R. K.; BISHT, I. S.; DHILLON, B. S. Establishment of a core collection of world sesame (*Sesamum indicum* L.) germplasm accessions. *Sabrao J Breed Genet*,39;1: 53-64, 2007

MALOSETTI, M.; ABADIE, T. Sampling strategy to develop a core collection of Uruguayan maize landraces based on morphological traits. *Genetic Resour Crop Evol*, 48: 381-390, 2001.

MARSHALL, D. R.; BROWN, A. H. D. Optimum sampling strategies in genetic conservation. In: FRANKEL, O.H.; HAWKES, J.G. (ed) *Genetic resources for today and tomorrow*, Cambridge: University Press, Cambridge, p. 53-80, 1975.

NEYMAN, J. Contribution to the theory of sampling human populations. *Journal of the American Statistical Association*, 33; 201: 101-116, 1938.

ODONG, T. L.; JANSEN, J.; VAN EEUWIJK, F. A.; VAN HINTUM, T. J. Quality of core collections for effective utilization of genetic resources review, discussion and interpretation. *Theor App Genet*, 126:2, 289-305, 2013.

OROZCO-RAMÍREZ, Q.; ROSS-IBARRA, J.; SANTACRUZ-VARELA, A.; BRUSH, S. (2016). Maize diversity associated with social origin and environmental variation in Southern Mexico. *Heredity*. Maize population structure and ethnolinguistic variation. *Heredity*, v. 116, p. 477-484, 2016.

PERALES, R. H.; BRUSH, S. B.; QUALSET, C. O. Dynamic management of maize landraces in central Mexico. *Econ Bot*,7: 21–34, 2003.

PRESSOIR, G.; BERTHAUD, J. Patterns of population structure in maize landraces from the Central Valleys of Oaxaca in Mexico. *Heredity*, 92: 88–94, 2004.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing (Version x64 3.1.3). Vienna:R Foundation for Statistical Computing. <http://www.R-project.org/>, 2015.

RANA, R.B.; STHAPIT, B. R.; GARFORTH, C.; SUBEDI, A.; JARVIS, D. I.; UPADHYAY, M. P.; SHRESTHA, P. K. Four-cell analysis as a decision-making tool for conservation of agrobiodiversity on-farm. In On-farm conservation of agricultural biodiversity in Nepal. Volume 1: assessing the amount and distribution of genetic diversity on-farm, Proceedings of the second national workshop, Nagarkot, Nepal, 25-27 August 2004. IPGRI, Rome, pp 15-24, 2005.

SCHOEN, D. J.; BROWN, A. H. D. Conservation of allelic richness in wild crop relatives is aided by assessment of genetic markers. Proc. Natl. Acad. Sci, 90: 10623-10627, 1993.

SHANNON, C. E. A note on the concept of entropy. Bell System Tech. J, 27: 379-423, 1948.

SILVA, N. C. A. Conservação, diversidade e distribuição de variedades locais de milho e seus parentes silvestres no extremo oeste de Santa Catarina, sul do Brasil. 2015. 236 p. Tese (Doutorado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2015.

SILVA, N. C. A.; VIDAL, R.; COSTA, F. M.; VAIO, M.; OGLIARI, J. B. Presence of *Zea luxurians* (durieu and ascherson) bird in Southern Brazil: Implications for the conservation of wild relatives of maize. PLoS ONE, v. 10, n. 10, p. 1–16, 2015.

SIMPSON, E. H. Measurement of diversity. Nature, 163: 688, 1949.

SPSS Inc. Released (2009) PASW Statistic for Windows, Version 18.0 Chicago SPSS Inc.

VAN HINTUM, T. J. L.; BROWN, A. H. D.; SPILLANE, C.; HODGKIN, T. Core collections of plant genetic resources. IPGRI Technical Bulletin No. 3. IPGRI, Rome, p. 49, 2000.

VILARÓ M. Estudio de la diversidad genética de colecciones de maíz (*Zea mays* L.) del cono sur de América. Dissertation, Facultad de Ciencias, Universidad de la República, 2013.

WALTER, B. M. T.; CAVALCANTI, T. B.; BIANCHETTI, L. B.; VALLS, J. F. M. Coleta de germoplasma vegetal: relevância e conceitos básicos. In: WALTER, B. M. T.; CAVALCANTI, T. B. (Ed.). Fundamentos para a coleta de germoplasma vegetal. Informação Tecnológica, Embrapa, Brasília DF pp. 27-55, 2005.

WANG, J. C.; HU, J.; GUAN, Y. J.; ZHU, Y. F. Effect of the scale of quantitative trait data on the representativeness of a cotton germplasm sub-core collection. *J Zhejiang Univ Sci B*, 14;2: 162-170, 2013.

4 CAPÍTULO III

Estudo preliminar de diversidade genética das variedades locais de milho da região Extremo Oeste de Santa Catarina.

RESUMO

A diversidade do milho é considerada uma das maiores entre as espécies cultivadas. Domesticada há 8000 anos, seu sistema reprodutivo, sua dispersão a ambientes heterogêneos, o isolamento geográfico, a seleção e a recombinação dos agricultores ao longo de milhares de anos, contribuíram para aumentar sua diversidade genética. Os estudos da diversidade do milho começaram com as características de grão e foram evoluindo com a incorporação da origem geográfica, e outras características. Foi complementada com a citogenéticas e técnicas moleculares. A tecnologia de genotipagem por sequenciamento (GbS) começou a ser desenvolvida, em 2010, e permitiu genotipar milhares de amostras para milhares de marcadores a um custo muito baixo. A região do extremo oeste de Santa Catarina vem sendo reconhecida pela rica diversidade de espécies de variedades locais conservadas *in situ-on farm* e foi indicada como um microcentro da diversidade do milho. O objetivo do presente trabalho foi estudar a diversidade genética das variedades locais de *Zea mays* L. da região e verificar se essa diversidade está sendo afetada pelo manejo dos agricultores. Os resultados indicam que há uma diversidade claramente estruturada por tipos de milho, considerando os tipos comum, doce e pipoca. O manejo dos agricultores favorece o fluxo entre variedades e inclusive entre parentes silvestres do milho e a seleção afeta de modo diferencial a diversidade.

Palavras-chaves: conservação *in situ-on farm*, GbS, raças, *Zea mays* L.

4.1 INTRODUÇÃO

A diversidade do milho é considerada uma das maiores entre as espécies cultivadas. Domesticado há 8000 anos AP, no México, rapidamente se dispersou para diferentes partes do mundo, tendo chegado à América do Sul há cerca de 6.000 anos (GROBMAN et al., 2012). A heterogeneidade ambiental, isolamento geográfico, a seleção e a recombinação dos agricultores ao longo de milhares de anos, contribuíram para aumentar sua diversidade genética.

O primeiro tratado que estudou a classificação do milho foi elaborado por Sturtevant (1899), quem organizou toda a diversidade da espécie em seis grupos, cinco deles segundo as características do grão. Com as descobertas arqueológicas e genéticas que explicaram a diversidade de tipos de grão, Anderson e Cutler (1942) questionaram a classificação em grupos e formularam a classificação de raças. Uma raça foi definida por esses autores como *“um grupo de indivíduos com suficientes características comuns que permitem seu reconhecimento”*. Na concepção desses autores, a análise dos elementos raciais deveria ser principalmente, uma análise grupal e não de indivíduos separados. A classificação proposta dessa forma foi considerada por esses autores mais natural do que a anterior de Sturtevant e se baseava na arquitetura da planta, morfologia da espiga, morfologia dos grãos e na origem étnica e geográfica. Além de classificar, a proposta de raças de Anderson e Cutler (1942) tinha como objetivo compreender as relações entre as variedades de milho e de estas com seus parentes silvestres.

As raças foram a base para caracterizar a diversidade do milho e definir sua conservação ante o avanço dos híbridos nas culturas e na perspectiva de perda das variedades indígenas (CLARK, 1954). Foram estudadas as raças em grandes áreas, como no Sul da América (CUTLER, 1946), México (WELLHAUSEN et al., 1951), América Central (WELLHAUSEN et al., 1957), Brasil e áreas adjacentes (BRIEGER et al., 1958), Caribe (BROWN, 1960) e Peru (GROBMAN et al., 1961). Com as primeiras coleções de milho já classificadas, foram incorporados os estudos de citogenética como complemento da classificação racial. Os padrões de nós cromossômicos indicaram uma estreita relação com as raças e a origem geográfica e, assim, permitiram agrupar raças, estudar sua diversidade e rotas de dispersão. Os estudos de Longley et al. (1965) acharam uma correlação negativa entre altitude dos acessos e a quantidade de nós para várias raças da América; a mesma relação foi achada por Bennett (1976), com 21 raças do México, e por Bretting e Goodman (1989), para 300 variedades da América

Central. Procurando determinar com mais exatidão as raças descritas, foi utilizada a taxonomia numérica. O estudo da coleção de acessos de América Latina (GOODMAN; BIRD, 1977) permitiu identificar 14 complexos raciais, concordantes com as relações previamente definidas por análises morfométricas entre as 219 raças estudadas. Os grupos definidos foram: (I) Grupo Cônico; (II) Dentados do Caribe; (III) Pipocas da América do Sul; (IV) Pipocas do norte da América do Sul; (V) Farináceos das terras baixas; (VI) Grupo Chapalote; (VII) Raças do noroeste de América do Sul; (VIII) Raças do sul da América do Sul; (IX) Córneos dos Andes do Sul; (X) Complexo Andino Central; (XI) Dentados Brancos e Modernos do Sul; (XII) Grupo Cuzco; (XIII) Grupo Humahuaca; (XIV) Grupo dos Cravos. Para as terras baixas de América do Sul (Brasil e áreas adjacentes). Paterniani e Goodman (1978) caracterizaram 19 raças: i) Morotí; ii) Caigang; iii) Lenha; iv) Entrelaçado; v) Cristal Sulino; vi) Cristal; vii) Canario de Ocho; viii) Cateto Sulino Precoce; ix) Cateto Sulino; x) Cateto Sulino Grosso; xi) Cateto; xii) Cateto Nortista; xiii) Dente Riograndense; xiv) Dente Paulista; xv) Dente Branco; xvi) Semi-Dentado; xvii) Cravo; xviii) Hickory King e xix) Tuson, também foram caracterizadas 15 subraças e não foi descrita a raça de pipoca Guarani.

As técnicas de isoenzimas permitiram começar e avançar a análise da diversidade genética das raças. Por essa técnica, Goodman e Stuber (1983) descreveram a variação das raças da Bolívia e Doebley et al. (1985) estudaram as raças do México. Estes estudos revelaram a correlação entre a altitude dos acessos e as frequências alélicas. Os trabalhos de Bretting et al. (1987) determinaram que as raças do Caribe eram mais próximas das do norte de América do Sul do que as raças do México. Apesar do foco principal dos trabalhos posteriores com marcadores procurarem elucidar a origem do milho, na verdade permitiram entender a diversidade entre e dentro das raças. Pesquisas com microssatélites (PRESSOIR; BERTHAUD 2004a, 2004b, VAN HEERWAARDEN et al., 2009) indicam que há relativamente menos diversidade genética entre raças, em comparação com a diversidade dentro de raças. VIGOUROUX et al. (2008), em uma avaliação para toda América, acharam uma baixa correlação entre o nome da raça e a distância genética. No entanto, as raças são resultados de como os agricultores organizam a gestão das variedades, baseado em “tipos” (PRESSOIR; BERTHAUD, 2004a). Assim, uma variedade local de milho não deveria ser considerada como uma entidade separada, mas sim como um sistema genético aberto com as particularidades de cada região. Nesse sentido, estudos realizados com microssatélites em

pequenas áreas podem detectar diferenças genéticas entre raças explicadas por barreiras de manejo ou seleção (BRACCO et al., 2013; OROZCO-RAMÍREZ et al., 2015) e identificar possesores de perda de diversidade dentro de variedades locais (VAZ PATTO et al., 2008). Estudos comparativos de microssatélites com polimorfismos de base única (SNP) indicam que são necessários cerca de dez SNPs por cada microssatélite para obterem-se resultados equivalentes (HAMBLIN; WARBURTON; BUCKLER, 2007; VAN INGHELANDT et al., 2010).

A tecnologia de genotipagem por sequenciamento (GbS) começou a ser desenvolvida, em 2010, permite genotipar milhares de amostras para milhares de marcadores a um custo muito baixo (ELSHIRE et al., 2011). A tecnologia baseia-se em sequenciar uma fração definida do genoma (equivalente a 0,1 a 1% do genoma), utilizando combinações específicas de enzimas de restrição (ER), otimizadas para cada espécie e reduzir a complexidade do genoma. Após a redução, cada amostra de DNA recebe adaptadores com sequências indexadoras (*barcodes*), que permitem rastrear as sequências geradas para cada amostra. As amostras de DNA resultantes são submetidas ao sequenciamento para a geração de milhões de sequências curtas (em geral 77 bases), em plataformas de sequenciamento Illumina de NGS (*Next Generation Sequencing*), nas quais os polimorfismos são detectados. Desta forma, 96 amostras podem ser sequenciadas conjuntamente em cada canaleta de sequenciamento. Assim, são detectados polimorfismos de presença ou ausência entre amostras, derivados da variabilidade na distribuição dos sítios de restrição e de SNPs entre sequências em comum de todas as amostras. Técnica de GbS vem sendo usada com sucesso pelo Centro Internacional de Melhoramento de Milho e Trigo (CIMMYT) para caracterizar mais de 200.000 amostras de milho e trigo de suas coleções (CROSSA et al., 2013; HEARNE, 2013; SEHGAL et al., 2015; WU et al., 2016).

A região do extremo oeste de Santa Catarina (EOSC) vem sendo reconhecida pela rica diversidade de espécies de variedades locais conservadas *in situ-on farm* (CANCI, 2006; DA SILVEIRA, 2015; OSÓRIO, 2015). Particularmente para milho, a região apresenta uma importante riqueza de variedades locais (OGLIARI et al., 2013), diversidade de tipos de milho e populações simpáticas de parentes silvestres (SILVA et al., 2015), razão pela qual vem sendo proposta como microcentro de diversidade (COSTA et al., 2016). As pesquisas anteriores têm identificado redes de trocas de sementes, preferências de tipos de milho, segundo o gênero, bem como uma forte pressão de seleção praticada pelos agricultores (SILVA, 2015; SOUZA, 2015). O

único trabalho com marcadores moleculares das variedades locais da região incluiu os milhos do tipo pipoca, com o objetivo de estudar sua filogenia (SILVA, 2015). O objetivo do presente trabalho foi estudar a diversidade genética de uma proporção representativa dos tipos de milho e das variedades locais da região EOSC procurando entender os efeitos da seleção e manejo dos agricultores na conservação *in situ-on farm*.

4.2 MATERIAL E METODOS

4.2.1 Material vegetal

Com base no banco de dados do Censo da Diversidade (COSTA, 2013; SILVA, 2015) foi constituída uma lista de variedades locais georreferenciadas e que representam a diversidade de *Zea mays* L conservada *in situ-on farm* no EOSC. Esse conjunto de variedades corresponde à Coleção Nuclear *in situ-on farm* estabelecida a partir de metodologia descrita no Capítulo 2. Assim, para o presente estudo um total de 128 amostras foram coletadas, sendo que 55 eram de variedades locais de milho comum (compreendeu variedades que apresentaram grãos dentados, semi-dentados, semi-duros e duros), quatro de variedades de milho doce, 69 de milho pipoca. Foram incluídas nove amostras de populações de teosinto – uma da espécie *Zea luxurians* (SILVA et al. 2015) e oito não identificadas quanto à espécie – coletadas na região como germoplasma referência.

Trinta plantas de cada população foram semeadas em bandejas de isopor, acondicionadas em casa de vegetação, no Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). A partir da terceira semana depois do plantio, foram cortados fragmentos de 1,0 a 1,5 cm² de folha sadia. De cada variedade, foram constituídos dois *bulks* com fragmentos de folhas de 15 indivíduos cada um (WARBURTON et al., 2010; 2011). A extração de DNA foi realizada pelo método CTAB (brometo de cetil- trimetilamônio), conforme o protocolo de (DOYLE; CULLING, 1992). A extração foi para cada *bulk* separadamente, totalizando duas extrações por variedade. A qualidade do DNA foi verificada em gel de eletroforese horizontal com 1% de agarose, corado com *SYBR Green*, utilizando-se o tampão TAE 0,5x (Tris-Acetato-EDTA), por uma hora a 60 V. A quantificação e a pureza do DNA foram efetuadas em espectrofotômetro *Nanodrop 1000* (*Thermo Scientific*, Wilmington, DE). Posteriormente, foi obtida uma amostra composta (30 indivíduos) a partir dos dois *bulks* para a realização das análises de seqüenciamento. Esta etapa foi realizada no

Laboratório de Pesquisa em Agrobiodiversidade (LAGROBio) do CCA-UFSC.

4.2.2 Sequenciamento

O sequenciamento do DNA foi realizado no CIMMYT com o auxílio da equipe de pesquisadores e técnicos da instituição, em parceria com a empresa *Diversity Arrays Technology* da Austrália. Foram obtidos 1.357 SNPs pelo método GbS, conforme o protocolo proposto por Elshire et al.(2011). A biblioteca GbS foi preparada com base em 137 amostras de DNA, um controle negativo (sem DNA) e um controle de reprodutibilidade (DNA da amostra localizada no poço A1), totalizando 139 amostras. As amostras foram digeridas individualmente com enzimas de restrição específica (ApeKI, GCWGC, em que W é A ou T) para milho, por duas horas. No processo de digestão foram adicionados os *barcodes*, que se ligam aos fragmentos de DNA. Após o processo de digestão e ligação, foi realizada a amplificação seletiva dos fragmentos por reação em cadeia de polimerasa (PCR). Os fragmentos individuais de cada amostra foram misturados em um único microtubo e o mix foi purificado com o kit de purificação *QIAquick* (*Qiagen*, Valência, CA). Os fragmentos genômicos foram então amplificados para um volume de 50 μ L, com 10 μ L do mix de fragmentos de DNA, 1X *Taq Master Mix* (*New England Biolabs*) e 12,5 p molde *primers* específicos (5'AATGATACGGCGACCACCGAGATCTACACTCTTTCCC TACACGACGCTCTCCGATCTe5'CAAGCAGAAGACGGCATACG AGATCGGTCTCGGCATTCTGCTGAACCGCTCTTCCGATCT).

O ciclo de temperatura consistiu de 72°C durante 5 min., 98°C durante 30 s, seguido por 18 ciclos de 98°C durante 30 s, 65°C durante 10 s, e 72°C durante 30 s, com extensão final de 72°C durante 5 min. (ELSHIRE et al., 2011). A biblioteca GBS foi novamente purificada como descrita anteriormente e uma alíquota do produto da PCR foi analisada no *Bioanalyzer Agilent 2100* para avaliação dos tamanhos dos fragmentos e da presença de dímeros de adaptador. Apenas os fragmentos que possuíam ambos os adaptadores foram amplificados. Após quantificação no *Nanodrop 2000* (*Thermo Scientific*, Wilmington, DE) a biblioteca foi sequenciada no *Illumina HiSeq 2500*. Os dados obtidos foram processados com auxílio de software TASSEL-GBS (GLAUBITZ et al., 2014). As sequências de cada amostra foram alinhadas com o genoma de referência da linhagem de milho B73 *RefGen v1*(SCHNABLE et al., 2009), para identificar marcadores SNPs.

4.2.3 Análise dos dados

Foram selecionados 1.356 SNPs, segundo a quantidade de dados perdidos (não mais de 35%). Valores de H_e superiores a 0,07 e a cobertura de entre 1 e 8, pois a cobertura em um sítio SNP torna a detecção mais conservadora, diminuindo a possibilidade de identificação de falsos SNPs. A diversidade por tipos de grão foi estimada segundo o Índice de Nei (NEI, 1973) pela fórmula $H' = 1 - \sum p_i^2$, onde p_i correspondeu à frequência relativa do i -ésimo alelo. A distância genética foi estimada mediante a distância Euclidiana $D_{EU} = \sqrt{\sum_i (x_i - y_i)^2}$, onde x_i correspondeu a frequência do i -ésimo alelo, na primeira variedade, e y_i a frequência do i -ésimo alelo, na segunda variedade. A diversidade foi testada com ANOSIM (CLARKE, 1993) e a significância foi detectada com 999 permutações comparadas par a par com a correlação de Bonferroni. A análise de agrupamento foi feita com Análise de Componentes Principais (ACP) e um dendrograma de distância genética foi construído com base no algoritmo de *Neighbor-Joining* (NJ), proposto por Saitou e Nei (1987). Com o objetivo de analisar os possíveis cruzamentos entre variedades, foram feitas duas análises NJ. A primeira análise incluiu 59 variedades múltiplas por propriedade (duas ou mais variedades conservadas na mesma propriedade), sendo 42 variedades coletadas em 21 propriedades (duas por propriedade), nove variedades coletadas em três propriedades (três por propriedade) e oito conservadas em duas propriedades (quatro por propriedade). O isolamento por distância foi avaliado com o teste de Mantel (MANTEL, 1967) para o conjunto dos milhos e por tipo de grão com a distância geográfica corrigida por logaritmo. Os cálculos, testes e dendrogramas foram feitos com auxílio do programa PAST 3.04.(HAMMER, 2001).

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A diversidade total de todos os milhos (tipo comum, pipoca e doce) medida segundo o índice H' variou entre 0,249 (máximo) e 0,001(mínimo), com média de 0,144. A diversidade média das variedades de milho do tipo comum foi de 0,183, a mais alta (Tabela 1). Para as variedades de milho pipoca, a média do índice H' foi de 0,128, para o milho doce, o valor médio foi de 0,102. As nove populações de teosinto apresentaram significativamente menor diversidade do que as variedades de milho, com média de 0,033.

Tabela 1 – Valores do Índice de Nei (H') médio, máximo e mínimo para as variedades de milho comum, pipoca e doce, e teosinto.

	Comum	Pipoca	Doce	Teosinto
Média	0,183a	0,128ab	0,102b	0,033c
Máximo	0,239	0,249	0,181	0,062
Mínimo	0,040	0,001	0,066	0,015

Letras diferentes indicam diferenças de $p < 0,05$

Em uma avaliação da diversidade entre raças de milho e teosinto do México com isoenzimas, (Sanchez 2011) estimou que a diversidade média por raça de milho variou de 0,209 a 0,246, enquanto a diversidade do teosinto (*Zea luxurians*) foi de 0,114. Comparando a diversidade de milhos com teosintos (*Z. mexicana* e *Z. parviglumis*) do México com marcadores de microssatélites, Sanchez - Vega (2014) identificou um valor menor de diversidade nos teosintos. Os autores explicam esses valores relativos em consequência da ocorrência de processos de isolamento das populações naturais e por perturbação da paisagem. Os teosintos apresentaram significativamente a menor variação de diversidade. Um problema de amostragem não pode ser descartado, porem a diversidade é menor que os milhos doces. As populações de teosintos são predominantemente espontâneas, usadas para pastagem e, possivelmente, originadas na região por meio de poucas introduções oficiais (SILVA et al., 2015). Assim, os gargalos de uma introdução com pouca diversidade e o manejo com o gado e agricultura, que reduzem drasticamente as populações e determinam deriva, poderiam explicar a baixa diversidade dos teosintos.

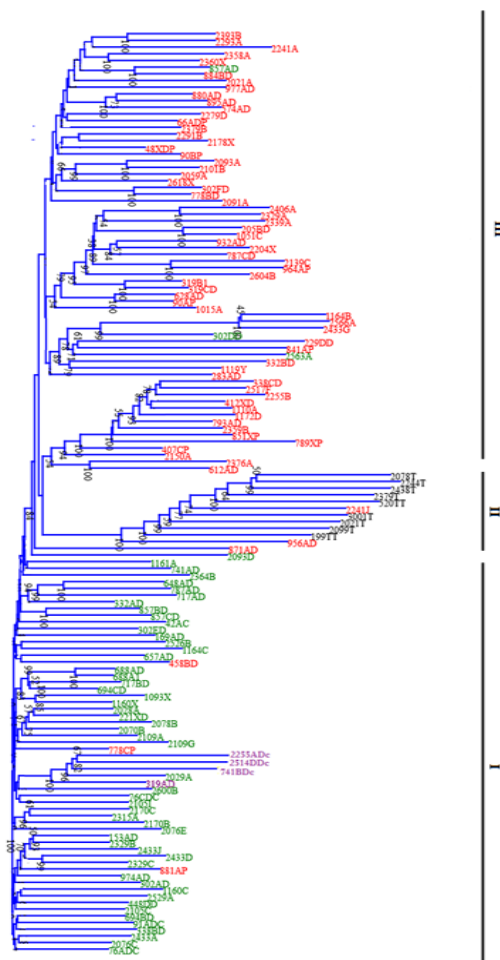
Avaliando a diversidade de acessos de milho da Turquia, segundo o tipo de grão e com isoenzimas, Ilarslan et al., (2001) identificaram que a mínima diversidade estava entre os acessos de milho pipoca. No México, Reif et al. (2006) avaliaram 24 raças conservadas *in situ-on farm* com marcadores de microsátélites e constataram que as diversidades mais baixas foram encontradas para as raças de milho pipoca. Na região norte e nordeste da Argentina, as raças de milho pipoca conservadas por indígenas tiveram significativamente menor diversidade do que as de tipo duro e farináceo (BRACCO et al., 2012, 2013). Embora a comparação entre os estudos deva ser feita com cautela, devido às diferenças do material sob investigação, o tamanho da amostra, o número e a natureza dos marcadores utilizados, as relações entre diversidade conservada e os tipos de milho são comparáveis.

Segundo Bracco et al. (2013), as diferenças entre pipocas e milhos farináceos e duros poderiam ser resultantes de gargalos severos por condições ambientais adversas ou pela prática de seleção mais estrita dos agricultores. Na região EOSC, o milho pipoca é utilizado predominantemente para consumo familiar estourado (SILVA; et al., 2016). Segundo Gonzalez-Castro et al. (2013), os milhos com usos especiais podem ter problemas para a sua conservação, uma vez que são plantados em pequenas áreas para autoconsumo. A quantidade de sementes que os agricultores do EOSC reservam para o próximo plantio é reduzida (vide capítulo 1). No caso particular do milho pipoca, Silva (2015) estabeleceu que mais da metade das agricultoras guardam quantidades inferiores ao recomendado para manter a diversidade.

Na análise de clusters NJ (Figura 1), foram identificados três grupos, sendo que no grupo I predominaram as variedades de milho dos tipos comum e doce; no grupo II, as populações de teosintos e uma variedade de pipoca; e no grupo III, as variedades de tipo pipoca. Dentro do grupo I, surgem três subgrupos de milho de tipo comum (A e C) e o subgrupo B, com as quatro variedades de tipo de grão doce. No grupo III, foram identificados quatro subgrupos. Estes resultados e a estrutura entre milhos e teosintos são concordantes com os de FUKUNAGA et al. (2005.), cujo estudo mostrou que as diferentes espécies e sub espécies de teosintos e milho formaram agrupamentos diferentes.

Num estudo das pipocas do EOSC com pipocas de outras regiões da América (SILVA, 2015a), aquelas procedentes do EOSC ficaram separadas, em pelo menos cinco grupos (SILVA, 2015). O grupo que continha a maioria das variedades agrupou-se com as variedades indígenas das terras baixas da América do Sul e o segundo grupo, constituído por quatorze variedades, agrupou-se com variedades indígenas das terras altas desse continente, provavelmente associadas a introduções pós-coloniais. Mais dois grupos e uma população isolada diferiram de quaisquer outras raças das Américas já descritas na literatura e, por isso, possivelmente, seriam novas raças evoluídas na própria região. No presente trabalho, as variedades de pipoca do subgrupo A coincidem com as indicadas como introduções recentes (que agruparam com germoplasma das terras altas) indicadas por Silva (2015) e os subgrupos B, C e D, com populações indígenas já existentes na região, em período anterior à colonização. Por outra parte, a presença de variedades de milho pipoca também nos grupos I e III e a presença de milhos de tipo comum no grupo III indicam processos de introgressão entre os dois tipos de milhos.

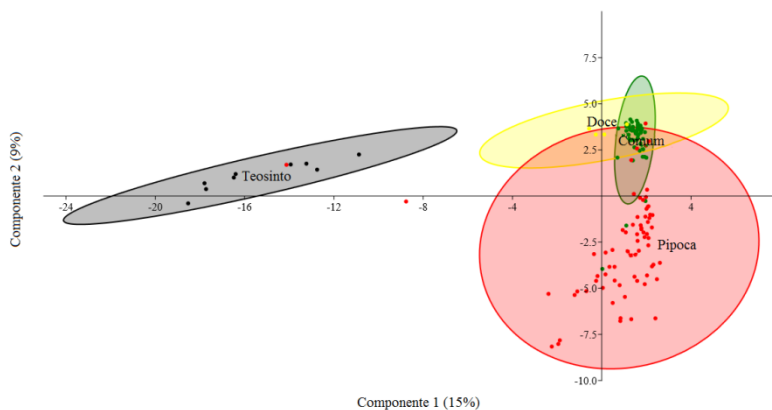
Figura 1 –Agrupamento *Neighbour-joining* de variedades locais de milho e teosintos do Extremo Oeste de Santa Catarina, baseado na distância Euclidiana.



Valores de *Boostraps* >50% são indicados juntos aos ramos. Teosintos em preto, milhos dentados e duros em verde, milhos doces em roxo e milhos pipocas em vermelho.

Na ACP (Figura 2), os três primeiros componentes explicaram 15%, 9% e 7% da variância respectivamente. Os resultados confirmaram uma forte estrutura entre as populações de milhos e teosintos, no primeiro eixo, entre os tipos de milho, no segundo eixo, e dentro dos milhos pipocas, no terceiro eixo.

Figura 2—Análise de Componentes Principais (ACP) de teosintos, milhos comuns, milhos doces e milhos pipocas estimada partir da distância Euclidiana.



Os círculos indicam a distribuição de 95% dos integrantes de cada grupo.

As variedades de tipo pipocas apresentaram a máxima dispersão, considerando que as variedades desse tipo apareceram nos quatro quadrantes. Nove variedades de pipoca (338C; 412X; 789X; 793A; 1110A; 1172D; 2255B; 2359B e 2517F) ficaram agrupadas na dimensão do terceiro eixo; todas as nove possuem grão liso e cor amarela ou alaranjada e são coincidentes com o subgrupo A do agrupamento NJ. Duas variedades de pipoca (2241A e 956A) aparecem perto dos teosintos, no grupo II do agrupamento NJ; as duas agricultoras guardiãs de ambas as variedades indicaram no Censo da Diversidade que plantavam teosintos em suas propriedades (SILVA, 2015). Quatro variedades de pipoca (283A, 458D, 778C e 871A) ficaram agrupadas com os milhos comuns e três variedades de milho comum (302D, 857A e 2563A) dentro das pipocas. Em todos estes casos, os agricultores indicaram que cultivavam os dois tipos de milhos na mesma propriedade (ver capítulo 1). No caso das variedades 302D e 857A, ambas são nomeadas Cunha e foram obtidas nas feiras de sementes de Anchieta. Considerando que outras duas variedades de milho comum da mesma agricultora da 302D não ficaram agrupadas com pipocas, as duas variedades Cunha em questão (302D e 857D) podem ter uma mesma origem. Na avaliação fenotípica efetuada no Capítulo 3, a variedade de milho comum 302D destacou-se por sua baixa altura de planta, pouca

produtividade e 18 fileiras, características comuns às pipocas da região EOSC (GONÇALVES, 2016).

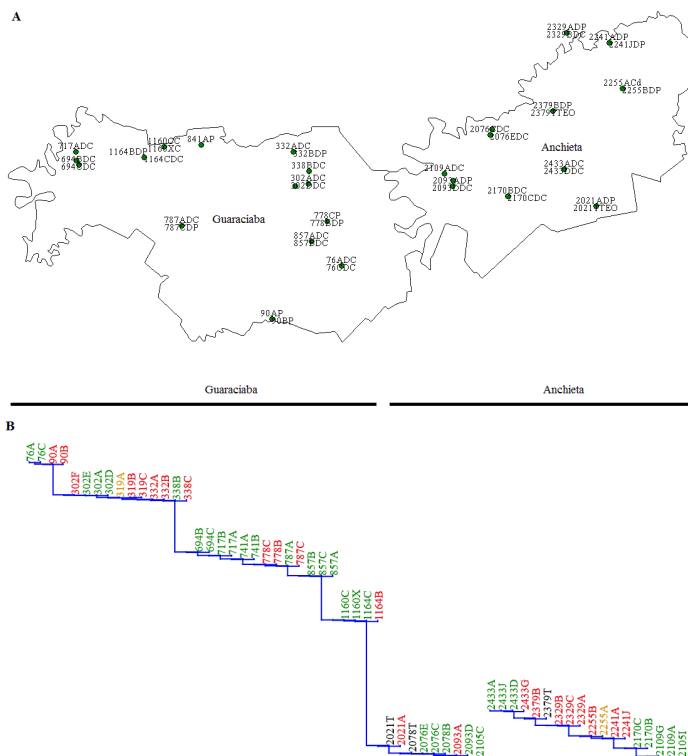
Segundo o teste de Mantel, a correlação entre distância genética e distância geográfica foi muito baixa para o conjunto dos materiais estudados ($r= 0,019$; $p= 0,31$) e para cada um dos tipos de milho, as correlações e suas respectivas probabilidades foram: comum ($r= -0,02$; $p= 0,81$), pipoca ($r= 0,008$; $p= 0,39$) e doce ($r= 0,07$; $p= 0,41$). Para a diversidade de milhos da América, Matsuoka et al. (2002) determinaram que existisse isolamento por distância. Vigouroux et al. (2008) também identificaram correlações significativas e positiva para distâncias desde 4.000 metros até 50 quilômetros. Em nível de país, REIF et al. (2006) identificaram correlações significativas entre distâncias genética e geográfica, considerando diferenças de altitudes. Quando analisado em pequenas áreas, os fluxos direcionados por trocas ou rituais estabeleceram padrões diferenciados de diversidade e o isolamento por distância não é significativo (BITOCCHI et al., 2009; BRACCO et al., 2012, 2013; PRESSOIR; BERTHAUD, 2004a). Na região EOSC, Silva (2015) identificou redes de variedades de milho pipoca entre agricultoras vizinhas. As trocas ente vizinhos atuam como um fluxo direcionado. Uma variedade pode chegar muito longe dependendo das preferências e independentemente do fluxo de pólen, quanto mais forte a rede de troca, mais difícil identificar isolamento por distância. Para milho comum um dos principais origens das variedades são vizinhos ou herança de família, (vide capítulo 1) como para milho pipoca (SILVA, 2015).

Para os teosintos, a correlação entre distância genética e geográfica foi baixa, mas significativa ($r= 0,242$; $p= 0,083$). Estes resultados indicam um padrão diferente dos teosintos inclusive em uma pequena região. Em um amostragem de todo México Pyhaharvi et al. (2013), acharam correlações significativas de 0,55 e 0,48 para populações de *Z. parviglumis* de *Z. mexicana* respectivamente. Amostragens de mais populações ou de áreas maiores, provavelmente indiquem isolamento por distância entre populações de teosinto de Santa Catarina.

No agrupamento das variedades múltiplas (Figuras 3A e B) foram identificados dois grupos coincidentes com os municípios onde localizavam-se as propriedades. Dentro de cada grupo, as variedades ficaram agrupadas por propriedades e entre as propriedades mais

próximas, seguindo uma ordem sequencial de maior distância genética à medida que a distância geográfica aumenta.

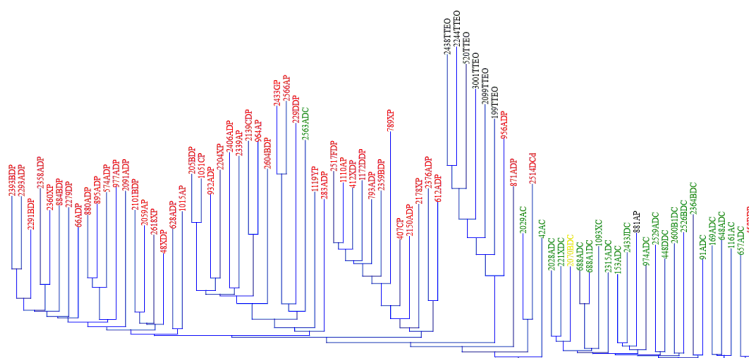
Figura 3. A– Localização das 59 variedades locais de milho e teosintos do EOSC conservadas em propriedades com mais de uma população. B. Agrupamento *Neighbour-joining* das 59 variedades locais de milho e teosintos do EOSC conservadas em propriedades com mais de uma população, baseado na distância Euclidiana.



Todos os ramos têm valores de *Bootstraps* > 50%. Teosintos em preto, milhos dentados e duros em verde, milhos doces em amarelo e milhos pipocas em vermelho.

Uma segunda análise incluiu as 80 variedades únicas por propriedade (Figura 4) e, nesse caso, agruparam-se as variedades por tipo de grão e os teosintos separados, padrão igual ao agrupamento obtido para o conjunto total das variedades estudadas.

Figura 4–Agrupamento *Neighbour-Joining* das 80 variedades locais de milho e teosintos do EOSC, únicas na propriedade, baseado na distância Euclidiana.



Todos os ramos têm valores de *Bootstraps*>50%. Teosintos em preto, milhos dentados e duros em verde, milhos doces em amarelo e milhos pipocas em vermelho

O fluxo de pólen entre variedades de milho conservadas *in situ-on farm* em pequenas áreas foi estudado por Louette e Smale (2000), que avaliaram o efeito xênia entre raças de diferentes cores de grão e com isoenzimas. Segundo as autoras, o fluxo de pólen entre as variedades vizinhas evita a perda da diversidade, inclusive com elevada pressão de seleção dos agricultores, que selecionam para características do grão e espiga. Bitocchi et al. (2009) estudaram o fluxo entre variedades locais e híbridas e determinaram que a coexistência pode determinar a perda de alelos e a incorporação de outros comuns aos híbridos com a consequente perda de diversidade entre as variedades locais, dependendo das estratégias dos agricultores.

Os resultados do presente trabalho indicam que na região EOSC coexistem três grupos claramente estruturados (teosintos, milhos de tipos comum /doce e milhos do tipo pipoca) e a similaridade entre variedades da mesma propriedade, inclusive entre milhos de diferentes tipos, está indicando que existe fluxo entre variedades vizinhas. Segundo Silva (2015), a maioria (67%) das populações de pipoca desta região está na mesma área que as outras culturas, incluindo milhos comerciais do tipo comum, transgênicos e não transgênicos. Considerando que a maioria dos agricultores não pratica isolamento espacial (74%) e que o espaçamento temporal é menor do que 30 dias

(vide Capítulo 1), a falta de isolamento confirmaria a probabilidade de fluxo gênico dentro da propriedade.

A área média cultivada seria outro aspecto importante a ser considerado para análise da direção mais provável de maior fluxo gênico entre os diferentes tipos de milho, inclusive entre as variedades locais e os milhos comerciais. A área média cultivada com variedades locais de milho comum em Anchieta e Guaraciaba é de 4.500 m², para variedades comerciais a área média é de 2,65 hectares (vide capítulo 1), enquanto que mais da metade das áreas cultivadas com variedades locais de milho pipoca em ambos os municípios são inferiores a 80 m² (SILVA, 2015). Portanto, considerando as diferenças de área cultivada de cada tipo de milho e o mesmo potencial de produção de pólen, a nuvem de pólen de uma cultura comercial seria 300 vezes maior que a de pipoca e 56 vezes a de milho comum. Uma nuvem de pólen maior tem mais capacidade de contaminação direcionada das áreas maiores para as áreas menores (RAYNOR; OGDEN; HAYES, 1972). Com base nisso, o fluxo gênico mais importante nas áreas de estudo viria das áreas cultivadas com milho comum (milho comercial e local) para aquelas cultivadas com milho pipoca.

A quantidade reduzida de sementes que os agricultores do EOSC selecionam para o ano seguinte também é um fator crítico para a manutenção da diversidade da maioria das variedades locais de milhos pipoca (SILVA, 2015) e doce (SOUZA, 2015), em relação aos demais tipos de milho (vide Capitula 1).

As diferenças encontradas na diversidade entre os grupos pipoca - com elevada dispersão- e comum -com menor dispersão- estaria indicando que o fluxo gênico não tem os mesmos efeitos sobre o milho pipoca e comum. Bracco et al. (2013) identificaram um excesso de homozigotos principalmente nas raças de tipo pipoca, resultado dos processos de seleção diferenciado. A introgressão de pólen de outros milhos pode significar uma perda da metade da capacidade de expansão das pipocas (DOFING; et al., 1991). De fato, entre as agricultoras que conservam variedades de milho pipoca em Anchieta e Guaraciaba a perda da capacidade de expansão por cruzamento com outros tipos de milho, é comumente identificada como pipoca *castiçada* (COSTA, 2013; SILVA, 2015), o que indica sua importância. As áreas de pipoca desses dois municípios do EOSC são pequenas e rodeadas de milhos comuns próprios ou de vizinhos. Essa organização espacial entre

variedades locais de pipoca e comerciais foi constatada durante o Censo da Diversidade, a partir do qual estimou-se que 51% dos estabelecimentos visitados possuíam variedades de milhos híbridos de vizinhos a menos de 100 metros das áreas de pipoca (COSTA, 2013). Muitos trabalhos têm enfatizado que essa distância é insuficiente para evitar contaminação (LUNA et al., 2001; DEVOS et al., 2005; GALEANO et al., 2010). Com base nessas prerrogativas, é possível sustentar a hipótese de que a seleção das agricultoras contra as espigas que cruzam, ou que *castiçam*, seria a principal razão da manutenção da capacidade de expansão dos grãos das variedades de pipoca e, conseqüentemente, também das demais características que as diferenciam de outras variedades de pipoca. Dessa forma, a prática de seleção das guardiãs das sementes de pipoca poderia ser uma explicação razoável da maior similaridade do milho comum do que das variedades de pipoca entre si.

Com a finalidade de evitar cruzamento, as espigas que apresentam algum grão fora de tipo de cor ou forma característica das variedades seriam descartadas inteiras como sementes, o que geraria uma importante pressão de seleção, capaz de eliminar as introgressões de milho comum para pipoca e de favorecer o processo de endogamia dentro e divergência entre as variedades. A divergência entre variedades seria coincidente com o surgimento de novas raças, tal como foi indicado por Silva (2015). A cor mais predominante (41%) das variedades de pipoca, cultivadas nesses dois municípios do EOSC, é branca (SILVA, 2015) e o efeito xênia facilitaria o descarte de cruzamentos indesejáveis. Nesse caso, as variedades portadoras de grãos brancos seriam as mais fáceis de serem conservadas com boa capacidade de expansão. As variedades que perdem a capacidade de expansão são abandonadas e tal fato também explicaria, em parte, o processo de seleção a favor e a preferência das agricultoras pelas variedades de grãos brancos. Outra parte da preferência estaria associada às questões gastronômicas indicadas pelas agricultoras durante o Censo da Diversidade (SILVA 2015).

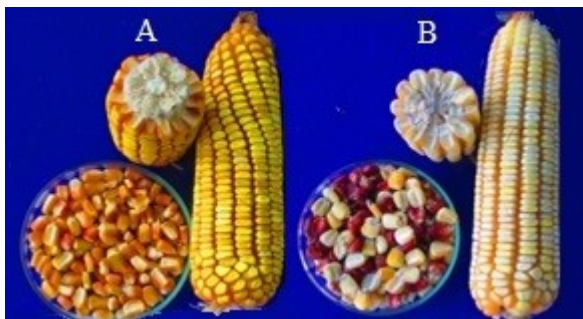
Similarmente, as variedades de milho doce que se cruzam casualmente com outros tipos de milho também podem ser identificadas e descartadas na colheita, em razão da perda dessas características expressas no grão (efeito xênia). A diversidade relativamente mais baixa dentro desse tipo de milho de grãos enrugados quando secos e tipicamente doces também é previsível. Em parte, essa baixa diversidade é explicada pela prática de seleção das agricultoras e pela reduzida

quantidade de sementes que são guardadas para o próximo plantio. De fato, segundo Souza (2015), 45% dos agricultores conservam até 12 espigas para a próxima safra. O uso de milhos farináceos e adocicados da região EOSC (SOUZA, 2015) para consumo na forma de milho verde seria mais vantajoso, uma vez que esses tipos de milho possuem maior tolerância frente aos impactos resultantes de cruzamento, o que também explicaria a similaridade com os milhos comuns.

Com relação às variedades do tipo comum, a maior diversidade de usos (alguns para a alimentação animal) não requer qualidades específicas (vide Capítulo 1). A diferença das pipocas quanto aos usos é que são conservadas predominantemente por mulheres (SILVA et al., 2016), enquanto as variedades de milho comum possuem uma participação equivalente de homens e mulheres. Com respeito ao milho comum, os homens possuem preferências de usos predominantemente destinadas à alimentação animal ou venda de grãos, enquanto as mulheres usam para consumo familiar (vide Capítulo 1), como farinha (6%), canjica (1%) ou milho verde (4%) (COSTA 2013). Os diferentes gêneros, associado aos usos particulares dos recursos genéticos, também definem diferentes sistemas de seleção.

As maiores áreas de cultivo com milho comum, em relação aos milhos pipoca e doce, permitem colheitas mais volumosas as do primeiro, minimizando as perdas de variabilidade por deriva genética, em relação aos outros tipos de milho. A seleção das espigas para consumo familiar (predominantemente feita por mulheres, sobretudo nas pipocas) talvez seja mais cuidadosa do que a seleção de semente feita para o plantio do milho comum na safra seguinte. Essa prática diferenciada de seleção permitiria que as progênies resultantes de cruzamentos com variedades vizinhas fossem mantidas nas variedades de milho comum, com o consequente aumento da diversidade entre indivíduos dentro de variedade e similaridade convergente entre as variedades. O fluxo de pólen e as trocas de sementes entre agricultores que conservam uma mesma raça levam a que as variedades locais de uma mesma região sejam consideradas como meta populações (LOUETTE, 1994; VAN HEERWAARDEN et al., 2010). O fluxo e a mistura entre as variedades de milho comum foi percebido durante a coleta, a partir da presença de misturas de grãos fora de tipo (pipoca ou doces) na mesma espiga, ou de variedades identificadas com nome “Branca” e com grãos da cor amarela ou vermelhos (figura 5), ou ainda, da variedade Cateto caracterizada como de grão duro, mas com espigas contendo grãos dentados.

Figura 5– Variabilidade de cores e tipos de grãos dentro de duas variedades locais identificadas com ambas com o nome *Branco*.



Fonte: Rafael Vidal (2013).

4.4 CONCLUSÃO

A diversidade das variedades locais de diferentes tipos de milho da região EOSC está estruturada por tipos de grão, havendo fluxo gênico entre as variedades e inclusive com os teosintos.

Na região do Extremo Oeste de Santa Catarina, coexistem dois processos evolutivos diferenciados por tipo de grão. Os milhos do tipo pipoca sofrem uma forte pressão de seleção das agricultoras que as conservam com objetivo de manter a capacidade de expansão, por isso, as pipocas locais encontram-se em um processo divergente e de perda de diversidade. Os milhos comuns e doces, em um processo convergente, que incorpora alelos das culturas vizinhas por fluxo gênico associado à pressão de seleção mais branda de seus mantenedores.

Estes resultados demonstram a importância do conjunto das variedades na incorporação da diversidade e exigem desenhar sistemas de conservação que atendam as diferenças de cada tipo de milho. Fortalecer as redes de troca e a prática de isolamento de modo de prever problemas da perda de variedades de milhos pipocas por contaminação. Identificar e valorizar usos diferenciados por variedades de milho comum, potencializando o uso da diversidade e a diferenciação das variedades.

4.5 REFERÊNCIAS

- ANDERSON, E.; CUTLER, H. C. Races of Zea Mays: I. Their Recognition and Classification. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, v. 29, n. 2, p. 69–88, 1942.
- BITOCCHI, E.; NANNI, L.; ROSSI, M.; RAU, D.; BELLUCCI, E.; GIARDINI, A. BUONAMICI, A.; VENDRAMIN, G. G.; PAPA, R. Introgression from modern hybrid varieties into landrace populations of maize (*Zea mays* ssp. *mays* L.) in central Italy. *Molecular ecology*, v. 18, n. 4, p. 603–21, fev. 2009.
- BRACCO, M.; LIA V. V.; POGGIO, L.; CAMARA, J. A.; GOTTLIRB, A. M. Genetic diversity in maize landraces from indigenous settlements of Northeastern Argentina. *Genetica*, v. 135, n. 1, p. 39–49, 2009.
- BRACCO, M.; LIA V. V.; POGGIO, L.; CAMARA, J. A.; GOTTLIRB, A. M. Caracterización Genética de Razas de Maíz Autoctonas de Misiones Argentina. *Revi. Cien. Tecnol.*, v. 15, n. 20, p. 52–60, 2013.
- BRIEGER, F. G.; GURGEL, J. T. A.; PATERNIANI, E.; BLUMENSCHNEIN, A.; ALLEONI M. R. Races of maize in Brazil and other eastern South American countries. *National Academy of Sciences Publication* 593p. 1958.
- BRETTING, P. K.; GOODMAN, M. M. Karyotypic variation in Mesoamerican races of maize and its systematic significance. *Economic Botany*, v. 43, n. 1, p. 107-124, 1989.
- BROWN, W. L. Races of maize in the west indies. Disponível em: <http://www.ars.usda.gov/sp2UserFiles/Place/50301000/Races_of_Maize/RoM_West-Indies_0_Book.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2016.
- CANCI, I. Relações dos sistemas informais de conhecimento no manejo da agrobiodiversidade no Oeste de Santa Catarina. 2006. 204 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2006.
- CLARK, J. A. Preventing Extinction of Original Strains of Maize. Disponível em:

<http://www.ars.usda.gov/sp2UserFiles/Place/50301000/Races_of_Maize/1954_NAS-News-Report.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2016.

CLARKE, K. R. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Austral Ecology*, v. 18, n. 1, p. 117–143, mar. 1993.

COSTA, F. M. Diversidade genética e distribuição geográfica: uma abordagem para a conservação *on farm* e *ex situ* e o uso sustentável dos recursos genéticos de milho do Oeste de Santa Catarina. 2013. 211 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2013.

COSTA, F. M.; SILVA, N. C. D. A.; OGLIARI, J. B. Maize diversity in southern Brazil: indication of a microcenter of *Zea mays* L. *Genetic Resources and Crop Evolution*, DOI: 10.1007/s10722-016-0391-223, 2016.

CROSSA, J.; BEYENE, Y.; KASSA, S.; PÉREZ, P.; HICKEY, J. M.; CHEN, C.; BABU, R. Genomic Prediction in Maize Breeding Populations with Genotyping-by-Sequencing. *G3 (Bethesda, Md.)*, v. 3, n. 11, p. 1903–1926, nov. 2013.

CUTLER, H. C. Races of maize in south america. *Bot. Mus. Leafl. Harv. Uni.*, v. 12, p. 257–292, 1946.

DA SILVEIRA, R. P. Diversidade de variedades crioulas de tomate conservadas por camponeses no município de Anchieta, oeste de Santa Catarina. 2015. 179 p. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2015.

DEVOS, Y.; Dirk, R.; De Schrijver, A. The co-existence between transgenic and non-transgenic maize in the European Union: a focus on pollen flow and cross-fertilization. *Environmental Biosafety Research*, v. 4, n. 2, p. 71–87, 15 abr. 2005.

DOFING, S. M.; ĐCROZ-MASON, N.; THOMAS-COMPTON, M. A. Inheritance of Expansion Volume and Yield in Two Popcorn × Dent Corn Crosses. *Crop Science*, v. 31, n. 3, p. 715, 1991.

DOYLE; CULLING. Soltis Lab CTAB DNA Extraction Protocol. p. 23–24, 1992.

ELSHIRE, R. J. GLAUBITZ, J. C.; SUN, Q.; POLAND, J.; KAWAMOTO, K.; BUCKLER, E. S.; MITCHELL, E. S. A robust, simple genotyping-by-sequencing (GBS) approach for high diversity species. *PloS one*, v. 6, n. 5, p. e19379, jan. 2011.

FUKUNAGA, K. HILL, J.; VIGOUROUX, Y.; MATSUOKA, Y.; SANCHEZ G. J.; LIU, K.; BUCKLER, E.; DOEBLEY, J. Genetic diversity and population structure of teosinte. *Genetics*, v. 169, n. 4, p. 2241–2254, 2005.

GALEANO, P.; MARTINEZ DEBAT, C.; RUIBAL F.; FRAGUAS, L. F.; GALVAN, G. A. Cross-fertilization between genetically modified and non-genetically modified maize crops in Uruguay. *Environmental Biosafety Research*, v. 9, n. 3, p. 147–154, 25 jul. 2010.

GLAUBITZ, J. C.; CASSTEVENS, T. M.; LU, F.; HARRIMAN, J.; ELSHIRE, R. J.; SUM, Q. BUCKLER, E. TASSEL-GBS: a high capacity genotyping by sequencing analysis pipeline. *PloS one*, v. 9, n. 2, DOI: 10.1371/journal.pone.0090346. 2014.

GONÇALVES, G. M. B. Caracterização e divergência genética de variedades crioulas de milho pipoca conservadas por agricultores do Oeste de Santa Catarina, 2016. 139 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2016.

GONZALEZ CASTRO, M. E.; PALACIOS ROJAS, N.; ESPINOZA BANDA, A.; BEDOYA C. A. Diversidad genética en maíces nativos mexicanos tropicales. *Rev. Fitotec. Mex.* v. 36, n. 3-A, p. 329–338, 2013.

GOODMAN, M. M.; BIRD, R. M. The Races of Maize IV: Tentative Groupng of 219 Latin American Races 1. *Economic Botany*, v. 31, n. June, p. 204–221, 1977.

GROBMAN, A.; SALHUANA, W.; SEVILLA, R.. Races of Maize in Peru. Disponível em:

<http://www.ars.usda.gov/sp2UserFiles/Place/50301000/Races_of_Maize/RoM_Peru_0_Book.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2016.

GROBMAN, A.; BONAVIDA, D. ; DILLEHAY, T. D.; PIPERNO, D. R.; IRIARTE, J.; HOST, I. R. Pre-ceramic maize from Paredones and Huaca Prieta, Peru. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v. 109, n. 5, p. 1755–9, 31 jan. 2012.

HAMBLIN, M. T.; WARBURTON, M. L.; BUCKLER, E. S. Empirical comparison of Simple Sequence Repeats and single nucleotide polymorphisms in assessment of maize diversity and relatedness. *PLoS one*, v. 2, n. 12, p. e1367, jan. 2007.

HAMMER, Ø. Paleontological Statistics Software: Package for Education and Data Analysis *Paleontologia*, 2001. Disponível em: <<http://www.forskningssdatabasen.dk/en/catalog/2192867784>>. Acesso em: 2 fev. 2016

HEARNE, S. Seeds of Discovery: Next Generation Applications to Explore Maize Genetic Diversity *Plant and Animal Genome XXI Conference*. *Anais...Plant and Animal Genome*, 14 jan. 2013 Disponível em: <<https://pag.confex.com/pag/xxi/webprogram/Paper7950.html>>. Acesso em: 25 fev. 2016

ILARSLAN, R.; KAYA, Z.; TOLUN, A. Genetic variability among Turkish pop, flint and dent corn (*Zea mays* L. spp. *Mays*) races: Enzyme polymorphism. *Euphytica*, v. 122, n. i, p. 171–179, 2001.

LONGLEY, A. E.; KATO YAMAKAKE, T. A. Chromosome morphology of certain races of maize in latin america. Disponível em: <http://www.ars.usda.gov/sp2UserFiles/Place/50301000/Races_of_Maize/Chromosome_Latin-Am_0_Book.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2016.

LOUETTE, D.; SMALE, M. Farmers' seed selection practices and traditional maize varieties in Cuzalapa, Mexico. *Euphytica*, v. 113, p. 25–41, 2000.

LUNA, V.; FIGUEROA, M.; BALTAZAR, M.; GOMEZ, L.; TOWNSEND, R.; SCHOPER, J. B. Maize Pollen Longevity and Distance Isolation Requirements for Effective Pollen Control. *Crop Science*, v. 41, n. 5, p. 1551–1557, 2001.

MANTEL, N. The Detection of Disease Clustering and a Generalized Regression Approach. *Cancer Res.*, v. 27, n. 2_Part_1, p. 209–220, 1 fev. 1967.

MATSUOKA, Y.; VIGOUROUX, Y.; GOODMAN, M. M. SANCHEZ, J. G.; BUCKLER, E.; DOEBLEY, J. A single domestication for maize shown by multilocus microsatellite genotyping. *PNAS*, v. 99, n. 9, p.6080–6084, April 2002.

NEI, M. Analysis of gene diversity in subdivided populations. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 70, p. 3321–3323, 1973.

OGLIARI, J. B.; ALVES, A.C.; KIST, V.; FONSECA, J.A.; BALBINOT, A. Análise da diversidade genética de variedades locais de milho. *Resumo II congresso Brasileiro de Agroecologia*, p. 191–195, 2007.

OGLIARI, J.B.; KIST, V.; CANCI, A. The participatory genetic enhancement of a local maize variety in Brazil. In: *Community Biodiversity Management – Promoting resilience and the conservation of plant genetic resources*. Ed. Earthscan from Routledge, 2013 p. 265–271.

OROZCO-RAMÍREZ, Q.; ROSS-IBARRA, J. SANTACRUZ-VARELA, A.; BRUSH, S. Maize diversity associated with social origin and environmental variation in Southern Mexico. *Heredity*, v. 116 477–484, 2016.

OSÓRIO, G. T. A dinâmica da Conservação de Variedades Crioulas no Oeste Catarinense: um Estudo a Partir de Alface e Radice em Anchieta e Guaraciaba/SC. 2015. 110 p. *Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2015.*

PATERNIANI, E.; GOODMAN, M. M. MAIZE Brazil. Mexico: [s.n.]. PRESSOIR, G.; BERTHAUD, J. Patterns of population structure in maize landraces from the Central Valleys of Oaxaca in Mexico. *Heredity*, v. 92, n. 2, p. 88–94, 2004a.

PRESSOIR, G.; BERTHAUD, J. Population structure and strong divergent selection shape phenotypic diversification in maize landraces. *Heredity*, v. 92, n. 2, p. 95–101, fev. 2004b.

PYNAHARVI, T. HUFFORD, M. B.; MEZMOUK, S.; ROSS-IBARRA, J. Complex patterns of local adaptation in teosinte. *Genome Biology and Evolution*, v. 5, n. 9, p. 1594–1609, 2013.

RAYNOR, G. S.; OGDEN, E. C.; HAYES, J. V. Dispersion and Deposition of Corn Pollen from Experimental Sources1. *Agronomy Journal*, v. 64, n. 4, p. 420, 1972.

REIF, J. C.; WARBURTON, M. L.; XIA, X. C. HOISINGTON, D. A.; CROSSA, J.; TABA, S.; MUMINOVIC, M.; BOHN, M.; FRISCH, M.; MELCHINGER, A. E. Grouping et al. Grouping of accessions of Mexican races of maize revisited with SSR markers. *Theoretical and Applied Genetics*, v. 113, n. 2, p. 177–185, 2006.

SAITOU, N.; NEI, M. The neighbor-joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees. *Mol. Biol. Evol.*, v. 4, n. 4, p. 406–425, 1987.

SANCHEZ, J. Recopilacion, Generacion, actualizacion y analisis de informacion acerca de la diversidad genetica de maices y sus parientes silvestres en Mexico. Mexico: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Manuscrito. 98 p. 2011.

SANCHEZ-VEGA, M. Diversidad Genética de Razas Mexicanas de Maíz de Altitudes Intermedias. 2014. 105 p. Tese (Doutorado em Ciências) - Colegio Postgraduados Montecillo, 2014.

SCHNABLE, P. S. WARE, P. S.; FULTON, D.; STEIN, R. S.; WEI, J. C. et al. The B73 maize genome: complexity, diversity, and dynamics. *Science*, v. 326, n. 5956, p. 1112–1115, 2009.

SEHGAL, D.; VIKRAM, P.; SANSALONI, C. P.; ORTIZ, C.; SAINT PIERRE, C.; PAYNE, T.; ELLIS, M.; AMRI, A.; PETROLI, C. D.; WENZL, P.; SINGH, S. Exploring and Mobilizing the Gene Bank Biodiversity for Wheat Improvement. *PloS one*, v. 10, n. 7, DOI:10.1371/journal.pone.0132112.

SILVA, N. C. A. Conservação, diversidade e distribuição de variedades locais de milho e seus parentes silvestres no extremo oeste de Santa Catarina, sul do Brasil. 2015. 236 p. Tese (Doutorado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2015b.

SILVA, N. C. A.; VIDAL, R.; BERNARDI OGLIARI, J. Diversidade de variedades locais de milho-pipoca conservada in situ on farm em Santa Catarina: um germoplasma regional de valor real e potencial desconhecido. Revista Agropecuaria Catarinense, v. 29, n. 1, p. 78–85, 2016.

SILVA, N. C. A.; VIDAL, R.; COSTA, F. M.; VAIO, M.; OGLIARI, J. B. Presence of *Zea luxurians* (durieu and ascherson) bird in Southern Brazil: Implications for the conservation of wild relatives of maize. PLoS ONE, v. 10, n. 10, p. 1–16, 2015.

SOUZA, R. DE. Diversidade de variedades crioulas de milho doce e adocicado conservadas por agricultores do oeste de Santa Catarina. 2015. 190 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2015.

STURTEVANT, E. L. Varieties of corn. Washintong, D.C.: USDA Bulletin. No. 57.; 1899.

TRACY, W.F. Sweet corn. In: HALLAUER, A.R. Specialty corn. Boca Raton, p.155-198, 2001.

VAN HEERWAARDEN, J.; HELLIN, J.; VISSER, R. F.; VAN EEUWIJK, F. A. Estimating maize genetic erosion in modernized small holder agriculture. Theoretical and Applied Genetics, v. 119, n. 5, p. 875–888, 2009.

VAN INGHELANDT, D.; MELCHINGER, A. E.; LEBRETON, C.; STICH, B. Population structure and genetic diversity in a commercial maize breeding program assessed with SSR and SNP markers. Theoretical and Applied Genetics, v. 120, n. 7, p. 1289–1299, 2010.

VAZ PATTO, M. C.; MOREIRA, P. M.; ALMEIDA, N.; SATOVIC, Z.; PEGO, S. Genetic diversity evolution through participatory maize breeding in Portugal. Euphytica, v. 161, n. 1-2, p. 283–291, 5 jul. 2008.

VIGOUROUX, Y.; GLAUBITZ, J. C.; MATSUOKA, Y., GOODMAN, M. M.; SÁNCHEZ, J.; DOEBLEY, J. Population structure and genetic diversity of New World maize races assessed by DNA esatellites. *American Journal of Botany*, v. 95 n. 10 p. 1240-1253, 2008.

WARBURTON, M. L.; SETIMELA, P.; FRANCO, J.; CORDOVA, H.; PIXLEY, K.; BÄNZIGER, M.; DREISIGACKER, S.; BEDOYA, C.; MACROBERT, J. Toward a Cost-Effective Fingerprinting Methodology to Distinguish Maize Open-Pollinated Varieties. *Crop Science*, v. 50, n. 2, p. 467, 2010.

WARBURTON, M. L.; WILKES, G.; TABA, S.; CHARCOSSET, A.; MIR, C.; DUMAS, F.; MADUR, D.; DREISIGACKER, S.; BEDOYA, C.; PRASANNA, B. M.; XIE, C. X.; HEARNE, S.; FRANCO, J. Gene flow among different teosinte taxa and into the domesticated maize gene pool. *Genetic Resources and Crop Evolution*, v. 58, n. 8, p. 1243–1261, 21 jan. 2011.

WELLHAUSEN, E. J.; FUENTES, A. O.; HERNANDEZ, A. C.; MANGELSDORF, P. Races of Maize in Central America. Washintong, D.C.: NAS-NRC, 1957. 137p.

WELLHAUSEN, E. J.; ROBERTS, L. M.; HERNANDEZ, X. Maíz en México, su origen, características. Mexico, SAG-Fundación Rockefeller, 1951, 239 p.

WU, Y.; San Vicente, F.; Huang, K.; Dhliwayo, T.; Costich, D. E.; Semagn, K.; Sudha, N.; Olsen, M.; Prasanna, B. M.; Zhang, X.; Babu, R. Molecular characterization of CIMMYT maize inbred lines with genotyping-by-sequencing SNPs. *Theoretical and Applied Genetics*, 5 DOI 10.1007/s00122-016-2664-8. 2016.

5 CAPÍTULO IV

Caracterização e avaliação de variedades locais de milho da região Extremo Oeste de Santa Catarina.

RESUMO

Os municípios de Anchieta e Guaraciaba, localizados no Extremo Oeste de Santa Catarina, Sul do Brasil, apresentam mais de mil quinhetas populações de variedades locais de milho conservadas *in situ-on farm*, com significativa diversidade de tipos de milho, formas e cores de grão, nomes e valores de usos. O presente estudo caracterizou a diversidade de 19 populações locais de milho comum, com base em perspectivas: agromorfológica, e classificação racial. Os resultados demonstraram que: (i) a diversidade por altura de planta, comprimento de espiga e espessura de grão permitiu identificar cinco grupos; (ii) os nomes das populações locais estão associados às características qualitativas de grão e espiga; (iii) as variedades avaliadas apresentam potencial de uso para silagem (iv) a classificação racial identificou cinco grupos, dos quais três estão associados às raças *Hikory King*, *Cravo*, *Dente Paulista*, um grupo à subraça *Dente Riograndense* e outro não está associado à nenhuma raça conhecida até o presente momento. A pesquisa sugere o desenvolvimento de uma nova raça de milho comum na região de estudo.

Palavras-chaves: raças, *Zea mays* L., conservação *in situ-on farm*, valor de uso especial

5.1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) está entre as três culturas mais amplamente cultivadas no planeta, apresentando inúmeros usos, que vão desde a alimentação até processados industriais e combustíveis. O grão é produzido em mais de 180 milhões de hectares no mundo (FAOSTAT, 2014). O Brasil é o terceiro produtor mundial com uma área de 15 milhões de hectares e o segundo exportador do mundo (USDA, 2015). Além, disso, o milho tem importância social no Brasil; é a terceira cultura da agricultura familiar, sendo responsável por 46 % da produção (DE FRANÇA et al., 2009). Segundo dados do IBGE (2006), Santa Catarina apresenta uma importância maior, em relação à média nacional da agricultura familiar, sendo responsável por 77% da produção do milho do estado.

A diversidade do milho é uma das maiores entre as espécies cultivadas, apresentando variados tipos de grãos e espigas, diversas aptidões de uso e agronômicas e capacidade de produzir em diferentes altitudes e latitudes. A expressão dessa diversidade é revelada nas mais de 300 raças já descritas nas Américas (SERRATOS, 2012). A diversidade do milho foi inicialmente classificada por Sturtevant, em 1899, em seis grupos, segundo a textura, forma e cor do grão (BROWN; GOODMAN 1988). Posteriormente, Anderson e Cutler (1942) classificaram a diversidade do milho em raças. Uma raça foi definida por esses autores como “uma classificação natural dos indivíduos com suficientes características morfológicas comuns para ser reconhecido como grupo”. A partir da classificação de Anderson e Cutler, um grande esforço foi feito para caracterizar a diversidade do milho nos diferentes países (WELLHAUSEN et al., 1952; HATHEWAY, 1957; ROBERTS et al., 1957; WELLHAUSEN et al., 1957; BROWN, 1960; RAMÍREZ et al., 1960; GROBMAN et al., 1961;TIMOTHY,1963).

Considerando diferentes níveis da diversidade genética, diversos trabalhos têm indicado que ela é mais importante dentro das variedades locais de milho do que entre as variedades ou entre as raças (PRESSOIR; BERTHAUD, 2004; VIGOUROUX et al., 2008). Entretanto, considerando caracteres morfológicos e fenológicos, as raças têm uma estrutura forte (SÁNCHEZ et al., 2000; PRESSOIR; BERTHAUD, 2004). Em seus primeiros trabalhos, Anderson (1947) escreveu “os milhos são o espelho das pessoas que os cultivam”. Segundo Perales e Golicher (2014), o conceito de raça não é uma

categoria taxonômica, mas sim uma classificação que permite estudar a diversidade das variedades locais de milho sob a perspectiva ambiental, social e cultural. Considerando este aspecto, a classificação de raças deveria considerar os elementos sócios culturais associados às variedades, além de suas características morfológicas. Deste modo, na visão destes autores, a classificação de raças permitiria monitorar a conservação *in situ-on farm*.

No Brasil e zonas adjacentes, Brieger et al. (1958) e Paterniani e Goodman (1977) estabeleceram a classificação de raças e demonstraram a importante diversidade presente nas terras baixas da América do Sul. Desde então, não foram feitos outros trabalhos relevantes sobre raças de milho ao nível nacional ou regional. Além do tempo transcorrido, as mudanças ocorridas nos sistemas agrícolas podem ter afetado a riqueza e a diversidade das variedades locais em várias regiões. Para ter conhecimento sobre o estado atual da conservação da diversidade de variedades locais de milho *in situ-on farm* e, com isso, monitorar sua evolução, é imprescindível e premente a realização de novos trabalhos de caracterização de raças, em escala de microrregiões.

Os municípios de Anchieta e Guaraciaba integram a microrregião do Extremo Oeste do Estado de Santa Catarina (EOSC), Sul do Brasil. A microrregião tem uma predominância da agricultura familiar, que ocupa 90% dos estabelecimentos e é responsável por 20% da produção estadual de leite (CEPA, 2010). Estes municípios caracterizam-se pela diversidade de variedades crioulas de várias espécies, que são selecionadas e mantidas por agricultores familiares ao longo de gerações. Dentre os principais cultivos, destacam-se o feijão (CANCI et al., 2010), o arroz (PINTO et al., 2014), a alface, o radicchio (OSÓRIO, 2015) e o tomate (DA SILVEIRA et al., 2014). Muitas populações locais de outras espécies clonais e reproduzidas por sementes foram identificadas por Osório (2015), em Anchieta e Guaraciaba, embora a diversidade do milho tenha sido incomparavelmente mais relevante em relação às demais culturas. Em um diagnóstico realizado por Silva (2015), 1.531 populações de variedades locais foram identificadas nesses dois municípios do EOSC. Elas foram agrupadas em 59 tipos morfológicos de grão e diversos usos (consumo humano, alimentação animal, medicinal e artesanal). A diversidade agromorfológica foi caracterizada por Ogliari et al. (2007) seus resultados indicaram que variedades locais portadoras de mesmo nome, nem sempre são geneticamente similares. Algumas dessas variedades destacaram-se para

rendimento de grãos OGLIARI et al., 2013) e outras características de importância nutricional (KUHLEN et al., 2011; 2012; UARROTA et al. 2012; KIST et al., 2014), sugerindo elevado potencial genético para uso como populações-base em programas de melhoramento.

Os estudos da dinâmica de manejo e conservação da região confirmaram que as trocas de sementes são realizadas frequentemente pela maioria dos agricultores (VOGT 2005). Existe uma importante rede de troca de sementes que extrapola os limites dos municípios e acumula conhecimentos em cada intercâmbio (CANCI, 2006). Segundo Silva (2015) as redes intercâmbio de sementes são responsáveis pela manutenção do padrão varietal, recuperando variedades perdidas e se baseia, principalmente, nas relações de vizinhança. As redes informais e as organizações sociais foram identificadas como elementos-chaves da evolução e conservação do milho na região.

A caracterização de raças das variedades pipoca com base nas características morfológicas da espiga e do grão demonstrou que na região EOSC existem quatro raças diferentes duas não descritas antes (SILVA 2015). Porém, não há antecedentes de trabalhos que tenham estudado a relação da diversidade morfológica das variedades locais de milho comum atuais com as raças descritas anteriormente. Com base no exposto acima, o objetivo do presente trabalho foi caracterizar a diversidade de 19 variedades locais conservadas *in situ-on farm* nos municípios de Anchieta e Guaraciaba, com base em características agromorfológicas e classificação racial.

5.2 MATERIAL E METODOS

5.2.1. Material vegetal

Foram caracterizadas 20 variedades de milho com 33 descritores fenotípicos. Para tanto, foram conduzidos quatro experimentos, nos municípios de Anchieta, Guaraciaba, Novo Horizonte e Florianópolis, no Estado de Santa Catarina, na safra agrícola 2012/2013. Os 20 tratamentos foram constituídos por 19 variedades locais de milho comum coletadas em unidades familiares de produção de Anchieta e Guaraciaba, em setembro de 2012 (Tabela 1), e uma testemunha comercial (cultivar SCS-155- Catarina), desenvolvida pela Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária (EPAGRI), recomendado para ser cultivada no Oeste do Estado de Santa Catarina.

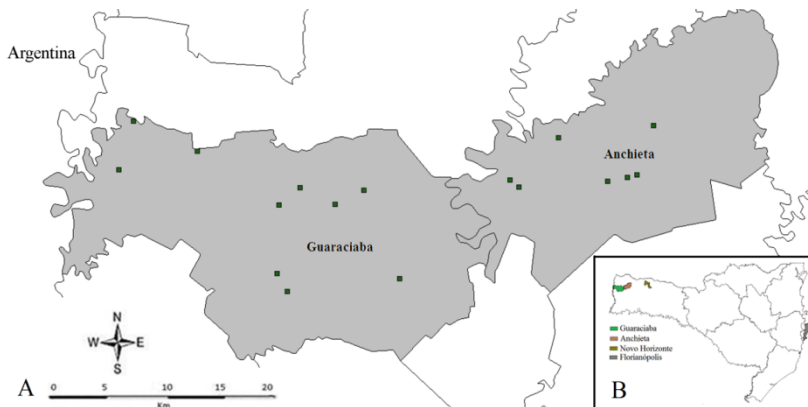
5.2.2. Locais de condução dos experimentos

Os experimentos de Anchieta, Guaraciaba e Novo Horizonte (Figura 1) foram conduzidos em unidades familiares de produção. O experimento implantado em Anchieta (Anc) foi conduzido na propriedade da família do agricultor Valdecir Reis, situada na Comunidade Prateleira. Em Guaraciaba (Gua), o segundo experimento foi conduzido na unidade de produção da família do agricultor Seno Kunner, situada na Comunidade Olímpio. O terceiro experimento foi conduzido na unidade de produção da família do agricultor Nilton Pilon, situada na Comunidade Céu Azul, em Novo Horizonte (NHo). O quarto experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Ressacada da Universidade Federal da Santa Catarina (UFSC), situada no bairro da Tapera do Sul, em Florianópolis.

Tabela 1 – Dados de passaporte, nome da variedade, município, comunidade de coleta das dezenove variedades locais de milho comum avaliadas na safra 2012/2013.

Código	Nome	Cor de Grão	Tipo de Grão	Município	Comunidade
2078 B	Pixurum 05	Amarelo	Dentado	Anchieta	São Domingos
2105 C	Palha Roxa	Branco	Dentado	Anchieta	Prateleira
2109 G	Branco	Amarelo	Dentado	Anchieta	Prateleira
2109A	Pixurum 05	Amarelo	Dentado	Anchieta	Prateleira
2315 A	Rajado	Branco	Dentado	Anchieta	Gaucha
2433 A	Girueno	Branco	Dentado	Anchieta	São Jose
2596 A	Asteca- MT	Amarelo	Dentado	Anchieta	São Roque
2600 B	Paco 05	Amarelo	Dentado	Anchieta	São Marcos
1093 A	Comum	Amarelo	Dentado	Guaraciaba	Welter
1105 A	Amarelão	Amarelo	Dentado	Guaraciaba	Tigre
1161 A	Oito Carreras	Amarelo	Dentado	Guaraciaba	Welter
302 D	Cunha	Amarelo	Dentado	Guaraciaba	Guataparema
458 B	Branco	Roxo	Dentado	Guaraciaba	Indiozinho
648 A	Oito Carreras	Amarelo	Dentado	Guaraciaba	Olimpio
657 A	Comum	Amarelo	Dentado	Guaraciaba	Olimpio
688 A	Amarelão	Amarelo	Dentado	Guaraciaba	Ouro Verde
694 C	MPA01	Amarelo	Dentado	Guaraciaba	Ouro Verde
76 A	Amarelão	Amarelo	Dentado	Guaraciaba	Barra da Traíra
76 C	Vermelho	Branco	Dentado	Guaraciaba	Barra da Traíra

Figura 1 – A. Municípios de Anchieta e Guaraciaba: locais de coleta das dezenove variedades locais de milho avaliadas nos experimentos. B. Localização dos quatro municípios onde foram instalados experimentos, no Estado de Santa Catarina, na safra 2012/2013.



A mesorregião Oeste catarinense possui clima mesotérmico úmido com verão quente (Cfa, classificação de Köppen), temperatura média anual varia de 17 a 19°C, a precipitação pluviométrica anual é de 1.700 a 2.100 mm. A Fazenda Experimental da Ressacada da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), está situada em uma região de clima subtropical mesotérmico úmido (Cfa, classificação de Köppen), temperatura média anual de 19 a 20°C, sem estação seca, com verão quente e precipitação anual variando de 1.500 a 1.700 mm (CIRAM EPAGRI).

5.2.3. Tratos culturais

O manejo dos experimentos implantados nos estabelecimentos das famílias residentes nos municípios do Oeste catarinense foi efetuado pelos próprios agricultores proprietários das áreas. Os tratos culturais para controle de plantas espontâneas foram realizados através de lavoura mecânica prévia à implantação e capina manual durante a cultura. Nos três locais, foi utilizada somente adubação orgânica, através da incorporação de 3.000 kg ha⁻¹ de esterco orgânico de peru (2% N), segundo as necessidades indicadas na análise de solo.

O experimento conduzido em Florianópolis recebeu lavoura mecânica e controle químico (glifosato, 5 litros ha⁻¹), 15 dias antes da semeadura. A adubação foi química, sendo a adubação de base realizada

com 250 kg ha⁻¹ de NPK 5-20-10, distribuído e incorporado no momento do preparo da área.

5.2.4. Desenho experimental e caracteres avaliados

O delineamento experimental foi de blocos completos casualizados, com quatro repetições. A unidade experimental foi constituída por quatro fileiras de 4,0 metros de comprimento, espaçadas 0,90 m entre si e 0,20 m entre plantas. A área útil da parcela foi de 7,2 m², sendo constituída pelas duas fileiras centrais da parcela. Os experimentos foram implantados de forma manual, com 30 sementes por fileira; após o desbaste. A densidade foi de 45.000 plantas ha⁻¹.

Os experimentos de Anc, Gua e NHo foram implantados entre os dias 28 de outubro e 3 de novembro de 2012; em Florianópolis, a implantação ocorreu nos dias 8 e 9 de novembro do mesmo ano.

Os descritores fenológicos, morfológicos e agronômicos usados para a avaliação dos tratamentos (Tabela 2) foram selecionados da lista de descritores de milho (IPGRI, 1991). Por problemas logísticos, os dias até florescimento masculino (DFM) e dias até florescimento feminino (DFF) foram avaliados somente em Fln e peso de grãos totais não foram avaliados em Gua. Todas as avaliações pós-colheita foram realizadas nos Laboratório de Sementes e no Laboratório de Pesquisas em Agrobiodiversidade (LAGROBio) do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da UFSC.

Tabela 2 – Relação dos 33 descritores analisados, quantidades de estruturas vegetais avaliadas, códigos de identificação, unidades de medição e etapa de avaliação.

Descritor	Quantidade	Código	Unidade	Etapa
Cor da coroa do grão	100 Grãos	CCG	Qualitativa	Pós-colheita
Tipo de grão	100 Grãos	TiG	Qualitativa	Pós-colheita
Largura do grão	100 Grãos	LGr	mm	Pós-colheita
Espessura do grão	100 Grãos	EGr	mm	Pós-colheita
Comprimento do grão	100 Grãos	CGr	mm	Pós-colheita
Peso de cem sementes	100 Grãos	PCS	gr	Pós-colheita
Inclinação da espiga	8 Plantas	InE	Qualitativa	Pre-colheita
Empalhamento da espiga	8 Plantas	EmE	Qualitativa	Pre-colheita
Peso médio da espiga	8 Espigas	PME	gr	Pós-colheita
Peso total das espigas	8 Plantas	PTE	gr	Pós-colheita
Arranjo das fileiras	8 Espigas	AFi	Qualitativa	Pós-colheita
Tipo de espiga	8 Espigas	TiE	Qualitativa	Pós-colheita

(Continuação)

Descritor	Quantidade	Código	Unidade	Etapa
Cor do sabugo	8 Espigas	CdS	Qualitativa	Pós-colheita
Número de fileiras da espiga	8 Espigas	NFE	Ordinal	Pós-colheita
Comprimento da espiga	8 Espigas	CTE	cm	Pós-colheita
Diâmetro médio da espiga	8 Espigas	DME	cm	Pós-colheita
Diâmetro médio do sabugo	8 Espigas	DMS	cm	Pós-colheita
Relação diâmetro sabugo espiga	8 Espigas	RSE	-	Pós-colheita
Número de ramos do pendão	8 Plantas	NRP	Nº	Pre-colheita
Número de perfilhos planta	8 Plantas	NPP	Nº	Pre-colheita
Matéria seca total (13% u.)	8 Plantas	MST	g	Pre-colheita
Peso de grãos totais (13% u.)	8 Plantas	PGT	g	Pós-colheita
Plantas quebradas, acamadas	Parcela	PQA	%	Pre-colheita
Altura folha bandeira	8 Plantas	AFB	m	Pre-colheita
Altura espiga principal	8 Plantas	AEP	m	Pre-colheita
Altura inicia pendão	8 Plantas	AIP	m	Pre-colheita
Altura total da planta	8 Plantas	ATP	m	Pre-colheita
Diâmetro do colmo	8 Plantas	DMC	cm	Pre-colheita
Folhas acima da espiga	8 Plantas	FAE	Nº	Pre-colheita
Relação altura da espiga total	8 Plantas	RET	-	Pre-colheita
Início rama principal do pendão	8 Plantas	IRP	m	Pre-colheita
Prolificidade de espigas	8 Plantas	PrE	Nº	Pre-colheita
Dias a floração masculina**	Parcela	DFM	dias	Floração
Dias a floração feminina**	Parcela	DFF	dias	Floração

* Não foi avaliada em Guaraciaba**Avaliada somente em Florianópolis

5.2.5. Classificação racial das variedades coletadas

Com o intuito de identificar as raças das variedades locais coletadas, foi utilizada a metodologia de caracterização de raças de milho descritas por Brieger et al., (1958) e Paterniani e Goodman (1977), considerando os descritores qualitativos de espiga; tipo de grão (TiG); tipo de espiga (TiE); cor da coroa do grão (CCG); arranjo das fileiras (AFi) e cor do sabugo (CdS). Para estabelecer as relações entre as raças identificadas e as descritas em coletas anteriores por Paterniani e Goodman (1977), foi realizada a análise de agrupamento com os valores qualitativos disponíveis na literatura para as características: altura espiga principal(AEP); altura total da planta (ATP); comprimento total da espiga (CTE); relação altura total altura da espiga (RET); folhas acima da espiga (FAE); número de ramos do pendão (NRP); diâmetro médio de sabugo (DMS); número de fileiras da espiga (NFE); largo de grãos (LGr); comprimento de grãos (CGr) e espessura de grãos (EGr). As raças descritas por Paterniani e Goodman (1977) e usadas para

comparação foram: *Cravo Paulista*, *Cravo Riograndense*, *Cravo Paulista*, *Lenha*, *Dente Riograndense Liso* e *Rugoso*, *Dente Branco Riograndense*, *Semidentado*, *Dente Paulista*, *Dente Branco Paulista*, *Tusón* e *Hickory king*.

5.2.6. Análise estatística

Para a caracterização morfológica e agrônômica das variedades locais e para ter diferentes indicadores da diversidade, os dados quantitativos e qualitativos foram analisados por meio de diferentes metodologias de análise.

Os descritores quantitativos foram submetidos a análise de variância, realizadas pelo software STATISTICA 7[®], utilizando o procedimento GLM (General Linear Models) do programa STATISTICA[®] 7.0. (STATSOFT, INC., 2004). A análise de variância considerou o modelo fixo. O modelo estatístico-matemático da análise conjunta foi: $Y_{ijk} = \mu + t_i + l_j + t_{ij} + b_{k(j)} + e_{ijk}$, onde Y_{ijk} é a observação do i-ésimo tratamento, do j-ésimo local e do k-ésimo bloco; μ é a média geral dos locais; t_i é o efeito de tratamento; l_j é o efeito de local; t_{ij} é o efeito da interação genótipo e local e; $b_{k(j)}$ é o efeito de blocos dentro de local; e_{ijk} é o erro médio experimental (VENCOVSKY; BARRIGA, 1992). As variáveis que apresentaram diferenças significativas pelo teste F entre tratamentos, ao nível de significância de 5% de probabilidade ($\alpha = 0,05$) foram submetidas ao teste de Tukey ao mesmo nível de significância. O coeficiente de variação experimental foi estimado por $CV(\%) = [(QME^{1/2} / \mu) \cdot 100]$.

Para a caracterização das variedades locais foram usadas as médias standardizadas dos descritores. Como medida de dissimilaridade foi estimada a distância Euclidiana definida como $d = \sqrt{\sum_i (x_{ji} - x_{ki})^2}$. Para estabelecer as relações entre variedades locais, foi construído um dendrograma por meio do método de agrupamento da distância média não pareada (UPGMA) e análise de componentes principais (ACP), para melhor visualização de como as variedades locais foram agrupadas. Essas análises foram feitas com o programa PAST 3.04 (HAMMER et al., 2001).

Para caracterizar as variedades locais com os descritores qualitativos foram utilizadas as categorias mais frequentes de cada descritor. Para avaliar a diversidade das variedades locais foi estimado do Índice de Diversidade de Shannon (SHANNON, 1948). O Índice de Shannon (H') leva em consideração as proporções de cada variante de

classe das variáveis analisadas, dentro da população de estudo (riqueza e abundância), conforme a fórmula $H' = -\sum p_i \times \ln p_i$ onde $p_i = n_i/N$, onde p_i é a abundância relativa (proporção) da variedade i na amostra; n_i é o número de variedades locais diferentes dentro da classe i da variável; e N , o número total de variedades locais com dados completos. Com o objetivo de avaliar a diversidade das variedades locais, foi estimado um intervalo de confiança 95%, mediante o procedimento de *Bootstrapping* com 1.000 amostragens aleatórias.

A estimativa da diversidade dentro e entre variedades locais foi obtida segundo Lewontin (1972). A diversidade dentro de variedades locais foi estimada segundo a fórmula $H'_{dp} = H'_{pop}/H'_{tot}$ onde H'_{pop} é a proporção da média da diversidade de todas as variedades locais e H'_{tot} a diversidade total. A diversidade entre variedades locais H'_{ep} é a proporção do total da diferença entre a diversidade total e a média da diversidade das variedades locais, $H'_{ep} = (H'_{tot} - H'_{pop})/H'_{tot}$. Ambas as análises foram feitas utilizando o

Com o objetivo de identificar as relações entre as variedades locais do presente trabalho e a classificação de raças, foi construída uma matriz com as características utilizadas por Paterniani e Goodman (1977) para a descrição de raças (ATP, AEP, RET, FAE, NRP, DMC, CTE, NFE, CTE, EGr, CGr, LGr). Os dados gerados a partir das variedades avaliadas no presente estudo e no trabalho de Paterniani e Goodman (1977) foram analisados conjuntamente e, a partir disso, foi construído um dendrograma pelo método UPGMA. As análises de agrupamentos (ACP) foram realizadas com o auxílio do programa PAST 3.04 (HAMMER et al., 2001).

Para todos os dendrogramas, foram exigidos valores de correlação cofenética superiores a 0,7, considerando que o dendrograma representa adequadamente a distância entre variedades locais (ROMESBURG, 1984).

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.3.1. Características quantitativas

Das 25 variáveis quantitativas avaliadas, a variável NPP não apresentou variação. As variáveis, MST, AEP, AFB, AIP, IRP, ATP, DMC, RET, PME, PTE, DME e PCS atenderam aos pressupostos da análise de variâncias (normalidade, independência dos resíduos e homogeneidade de variâncias), em todos os locais de estudo. As variáveis analisadas diferiram significativamente ($p \leq 0,05$) entre elas

para o teste F (Tabela 3). As variáveis DFF e DFM não foram incluídas na análise porque foram avaliadas em um único local. A variável PTE foi excluída por apresentar coeficientes de variação 31% considerados muito elevados (SCAPIM et al., 1995).

Entre locais foram identificadas diferenças significativas ($P \leq 0.05$) para todas as variáveis, enquanto que a interação genótipo x ambiente somente foi significativa ($P \leq 0.05$) para MST. As condições particulares do ano e dos experimentos podem ter afetado os resultados de interação genótipo-ambiente. No local de NHO, ocorreram chuvas acima do normal; em Gua, as chuvas foram abaixo da média e teve deriva de agroquímicos de uma área vizinha, que afetou um bloco completo. No experimento de FlN, as chuvas afetaram um bloco completo. Estes efeitos são coerentes com o padrão de diferenças entre locais (Tabela 4) para as médias das variáveis MST, AFB, AIP, IRP e ATP. Portanto, as diferenças entre locais ocorreram pelo efeito das chuvas e fatores externos ao local e não expressam a adaptação das variedades aos locais.

As diferenças significativas entre genótipos mostraram que existe diversidade genética entre as variedades locais estudadas e que foi possível sua discriminação com base nos descritores escolhidos. OGLIARI et al. (2007) avaliaram 23 variedades locais de milho coletadas em Anchieta e Palma Sola em Santa Catarina e verificaram diferenças significativas para 19 características.

Para a característica MST, verificou-se que em Anc as variedades locais 688A (*Amarelão*), 2433A (*Girueno*) e 694C (MPA-1) apresentaram os maiores valores, 2105C (*Palha Roxa*), 1093^a (Comum) e 76^a (*Amarelão*) em Gua, 2105C (*Palha Roxa*), 2433A (*Girueno*) e 2315A (*Rajado*) em NHO e, 2315A (*Rajado*), 2600B (*Paco-05*) e 2109G (*Branco*) em FlN. As variedades locais 2109A (*Pixurum-05*) e 2109G (*Branco*) são mantidas pelo mesmo agricultor que cedeu a área para o desenvolvimento do experimento em Anc.

Tabela 3 – Quadrado médio da análise de variância para os efeitos de variedade, local e interação variedade por local, e coeficiente de variação (CV%), estimados para vinte e seis variáveis a partir de experimentos conduzidos em Anchieta, Guaraciaba, Novo Horizonte e Florianópolis, Santa Catarina, na safra 2012/2013.

Variável	Quadrado Médio				CV(%)	
	Variedade	Local	Variedade x Local	Erro		
MST	2,177 **	44,509 **	2,186 **	0,38	25	
AEP	0,383 **	2,9685 **	0,0151 NS	0,02	17	
AFB	0,547 **	6,2044 **	0,0245 NS	0,02	12	
AIP	0,481 **	7,4863 **	0,027 NS	0,02	12	
IRP	0,481 **	7,4863 **	0,027 NS	0,02	12	
ATP	0,600 **	6,27 **	0,025 NS	0,03	10	
DMC	0,043 **	0,2946 **	0,0201 NS	0,02	10	
RET	0,013 **	0,0408 **	0,001 NS	0,00	10	
PME	5241 **	41212 **	834 NS	673	22	
PTE	382230 **	3672555 **	76445 NS	61894	31	
DME	0,775 **	2,515 **	0,045 NS	0,04	7	
PCS	371 **	714,3 **	15 NS	13,10	18	

**P ≤ 0.01; NS = não significativa. MST= Matéria seca total com 13% de umidade; PGT= Peso grãos totais com 13% de umidade; PQA= Plantas quebradas ou acamadas; AEP= Altura espiga principal; AFB= Altura folha bandeira; AIP= Altura inicia pendão; IRP=Início rama principal do pendão ATP= Altura total da planta;DMC= Diâmetro do colmo na parte media;NRP=Numero de ramos do pendão; FAE=Número de folhas acima da espiga superior; PrE=Prolificidade da espigas da planta; RET= Relação altura da espiga altura total; PME= Peso médio da espiga; PTE=Peso total das espigas; CTE= Comprimento total da espiga sem palha; DME=Diâmetro médio da espiga; DMS=Diâmetro médio do sabugo; RSE=Relação diâmetro do sabugo e da espiga; PCS= Peso de cem sementes; LGr=Largura do grão; CGr=Comprimento do grão; EGr=Espessura do grão;DFM= Dias a floração masculina. DFF= Dias a floração feminina.

As diferenças significativas entre genótipos mostraram que existe diversidade genética entre as variedades locais estudadas e que foi possível sua discriminação com base nos descritores escolhidos. OGLIARI et al. (2007) avaliaram 23 variedades locais de milho coletadas em Anchieta e Palma Sola em Santa Catarina e verificaram diferenças significativas para 19 características.

Para a característica MST, verificou-se que em Anc as variedades locais 688A (*Amarelão*), 2433A (*Girueno*) e 694C (MPA-1)

apresentaram os maiores valores, 2105C (*Palha Roxa*), 1093A(Comum) e 76A(*Amarelão*) em Gua, 2105C (*Palha Roxa*), 2433A (*Girueno*) e 2315A (*Rajado*) em NHO e, 2315A(*Rajado*), 2600B (*Paco-05*) e 2109G (*Branco*) em Fln. As variedades locais 2109A (*Pixurum-05*) e 2109G (*Branco*) são mantidas pelo mesmo agricultor que cedeu a área para o desenvolvimento do experimento em Anc.

Tabela 4 – Valores médios por local das características: Matéria seca total com 13% de umidade (MST); Altura espiga principal (AEP); Altura folha bandeira (AFB); Altura inicia pendão (AIP); Início rama principal do pendão (IRP), Altura total de planta (ATP).

Local	MST (Kg)	AFB (m)	AIP (m)	IRP (m)	ATP (m)
NHO	4,26 ^a	2,54 ^a	2,63 ^a	2,75 ^a	2,93 ^a
ANC	3,56 ^b	2,15 ^b	2,18 ^b	2,25 ^b	2,57 ^b
RES	2,98 ^c	2,04 ^c	2,06 ^c	2,13 ^c	2,47 ^c
GUA	2,18 ^d	1,83 ^d	1,81 ^d	1,89 ^d	2,20 ^d

Letras diferentes indicam diferenças significativas ao 5%.

Entretanto suas variedades não foram superiores para a característica produtiva MST. Para as variedades locais 648A (*Oito Carreras*) e 657A (*Comum*), mantidas na Comunidade Olímpio, a mesma da implantação do experimento em Gua, a produtividade foi significativamente inferior que outras variedades locais de Anc. Comparando a produtividade de variedades entre comunidades indígenas do México, (OROZCO-RAMÍREZ et al., 2016) demonstraram que as variedades mais produtivas não foram as originadas no local do experimento. As diferenças entre os locais em quanto a chuvas, temperatura e solos geram diferenças adaptativas drásticas nas variedades.

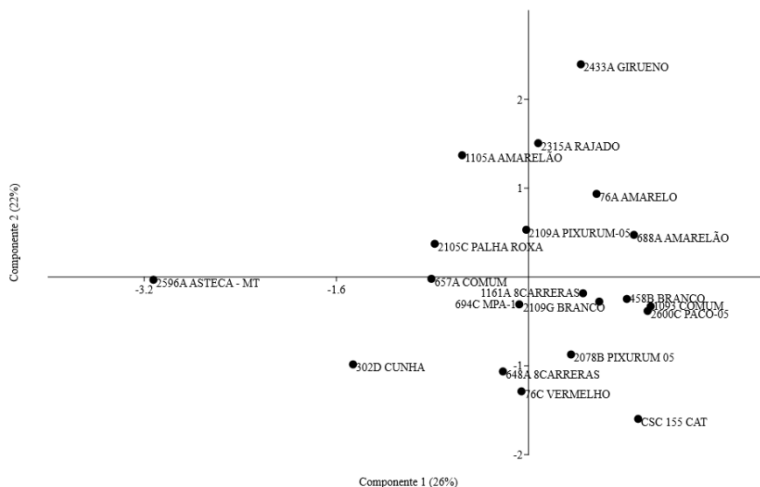
A produção de matéria seca juntamente com características de sua qualidade como proporção de proteína e de fibras digestíveis, determinam o potencial de um milho para silagem (FISHER; BURNS 1987). As característica MST permitiram identificar quatro variedades locais com maior potencial para silagem; 688A (*Amarelão*); 2105C (*Palha Roxa*); 2433A (*Girueno*) e 2315A(*Rajado*). mesmo considerando que as avaliações foram feitas depois da maturação fisiológica, pelo qual os valores obtidos são menores que na fase de grão leitoso, considerada a fase ótima (SOUZA, 1989). Os valores de MST para as quatro melhores variedades locais corrigidos variaram de 23 a 20 t ha⁻¹, superiores a avaliação de MERGENER (2007) para a variedade MPA-1

na densidade de 57.000 plantas ha⁻¹ e no momento ótimo de corte. Estes resultados demonstraram o potencial produtivo das variedades locais avaliadas.

Para a ACP foram excluídas nove variáveis com correlação superior a 75% (MST; AIP; AFB; IRP; ATP; RET; DMS; LGr e DME). Os resultados da ACP (Figura 2) indicaram que os três primeiros eixos explicaram 64% da variância. As características que mais explicaram o primeiro eixo estão relacionadas à espiga. São elas EGr, CTE, e PCS, com correlação de 0,44; 0,41 e 0,40 respectivamente. As características que explicaram o segundo eixo foram principalmente as associadas à planta, tais como AEP (0,52), FAE (0,38). A característica associada à produtividade PGT (0,46) explicou terceiro eixo.

O quadrante **i** ficou integrado com as variedades locais 648A (*Oito Carreras*); 76A(*Amarelão*); 2315A(*Rajado*) e 2433A (*Girueno*), que se caracterizam por ser mais altas e por possuírem máxima produção de matéria seca, espigas grossas e pesadas, ciclos a floração comprida e produção de grãos inferior à média. As variedades que integraram o quadrante **ii** foram; 1105A (*Amarelão*); 2105C (*Palha Roxa*) e 2109A (*Pixurum-05*) apresentaram produção de matéria seca superior à média e espigas compridas. As variedades 302A (*Cunha*); 2596A (*Asteca-MT*); 657A (*Comum*), 648A (*Oito Carreras*); 694C (*MPA-1*) e 76C (*Vermelho*) formaram parte do quadrante **iii** e, apresentaram espigas compridas, baixa produção de matéria seca, plantas baixas. O quadrante **iv** ficou integrado pelas variedades CSC-155(*Catarina*); 2078B (*Pixurum-05*); 2600B (*Paco-05*); 1161A (*Oito Carreras*); 1093A (*Comum*); 2109G (*Branco*) e 458B (*Branco*), todas baixas, com pouca produção de matéria seca, grão grande, espigas compridas e finas, e ciclo a floração feminino curto. O eixo 3 explicou 16 % da variação, e as variedades locais 1161A (*Oito Carreras*) e 648A (*Oito Carreiras*) aparecem separadas das demais e mais perto entre elas, e as variedades locais 302D (*Cunha*) ; 2596A (*Asteca-MT*) e 2433A (*Girueno*) aparecem isoladas.

Figura 2 – Análise de Componentes Principais (ACP) das vinte variedades de milho avaliadas em quatro locais, com base nas distâncias euclidianas de quatorze variáveis quantitativas.

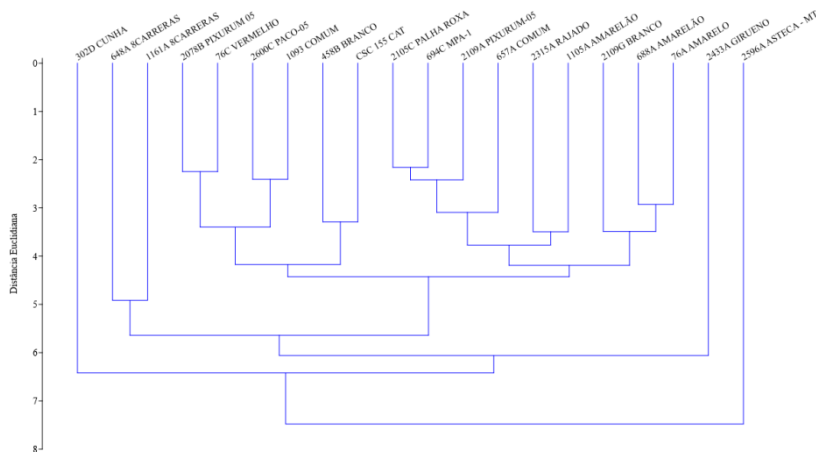


As variedades locais 76A (*Amareirão*) e 76C (*Vermelho*), são conservadas pela mesma família e ficaram nos quadrantes **i** e **iii**, respectivamente; as diferenças principais foram altura e comprimento das espigas. O mesmo foi observado para as variedades locais 2109A (*Pixurum-05*) e 2109G (*Branco*), também do mesmo agricultor; elas ficaram nos quadrantes **ii** e **iv**, respectivamente, e as diferenças principais foram em altura e ciclo a floração feminina. Este fato indica que os processos de conservação conseguem manter a identidade das variedades locais. A variedade local 694C (*MPA-1*) ficou perto do eixo dois entre as variedades locais identificadas como *Pixurum 05*; *Palha Roxa*; *Amareirão*. Essa observação é concordante com a descrição de Kist (2010) sobre origem de *MPA-1*. Esta população foi constituída a partir do cruzamento de 18 sintéticos derivados de híbridos e 12 variedades locais, com a participação das variedades locais *Pixurum 05*, *Mato Grosso*; *Palha Roxa* e *Amareirão*.

O agrupamento das variedades locais (Figura 3) foi baseado nas distâncias Euclidianas com o algoritmo UPGMA, cujo coeficiente de correlação cofenética foi de 0,83. Foram identificados cinco grupos, considerando a distância de corte a diferença média da máxima e mínima distância de 0,54. Três grupos foram constituídos por uma única

população: 302D (*Cunha*); 2433A (*Girueno*) e 2596A (*Asteca Mato Grosso*). Outro grupo foi formado pelas variedades locais 648A (*Oito Carreras*) e 1161A (*Oito Carreiras*); um grupo maior foi constituído pelas quinze variedades locais restantes, incluindo a testemunha. Considerando que foram avaliadas 19 variedades locais e uma testemunha, a formação de cinco grupos é um indicador da importante diversidade presente e do predomínio de um grupo de milho com características similares. Angeles-Gaspar et al. (2010), avaliando 52 variedades locais de milho de Puebla no México, identificaram quatro grupos. Em outro estudo, Herbas (2014) com base na caracterização morfológica de 100 variedades locais da região do Chaco, na Bolívia, identificou cinco grupos.

Figura 3 – Análise de agrupamentos com o algoritmo UPGMA das vinte variedades de milho avaliadas em quatro locais, com base nas distancias euclidianas de quatorze variáveis quantitativas.



5.3.2. Características qualitativas

A caracterização qualitativa foi baseada nas máximas frequências das variantes e incluiu a variável NFE como ordinal. Os resultados permitiram identificar que todas as 19 variedades locais coletadas possuíam forma de espiga cônica cilíndrica, forma da superfície do grão dentado e semidentado e arranjo de fileiras retas ou levemente recurvadas. As variedades locais 1; 093A (*Comum*); 1105A (*Amarelão*); 2109A (*Pixurum-05*); 2433A (*Girueno*); 2596A (*Asteca-MT*); 302D

(Cunha); 688A (Amarelo); 694C (MPA-I); 2105C (Palha Roxa); possuem cor da coroa do grão amarelo; as variedades 1161A (Oito Carreras); 458B (Branco) e 648A (Oito Carreras); 2109G (Branco) branco, as variedades locais; 2600C (Paco-05) e SCS155 (Catarina) alaranjado, as 2078B (Pixurum-05) e 657A (Comum) misturado, as variedades 2315A (Rajado) e a 302D (Cunha) possuem sabugo vermelho.

No Censo da Diversidade em que foram caracterizadas todas as variedades locais dos municípios de Anchieta e Guaraciaba, Silva (2015) identificou que para o milho comum, 82,5% das variedades locais apresentaram forma da superfície do grão dentado ou semi-dentado, com predominância de variedades locais com cor de grão amarelo.

A diversidade total e de cada uma das variedades avaliadas, segundo o Índice H' (Tabela 5) foi máxima para as características CCG e NFE. A diversidade total foi de 2,90, a variedade de máxima diversidade foi 2315A (Rajado) (2,92), a que tem mínimo foi 648A (Oito Carreras) (2,47). Para cinco variáveis (TiG, AFi, TiE, EmE e InE), mais de 90% da variação está dentro das variedades locais e, por isso, não diferenciam as variedades locais entre si. As características CCG, NFE e CdS têm os valores máximos de diversidade entre variedades. Aguirre-Gómez et al. (2000), avaliando a diversidade de raças e cor de grão de 90 amostras de milho de quatro regiões de Guanajuato, no México, verificaram que os valores de H' variaram entre 2,29 e 2,61, segundo as regiões. Em uma avaliação de 20 acessos da variedade local “*Nostrano di Storo*” de Itália, Lucchin et al. (2003) identificaram valores do índice de H' de 0 a 0,65 para cor do sabugo e de 0,53 a 0,96 para número de feiras por espiga. Silva (2015) na mesma região no Censo da Diversidade obteve valores de H' de 1,40 para cor de grão e 0,73 para tipo de grão.

Os resultados do procedimento *Bootstrapping* indicaram que há diferenças estatísticas entre as variedades locais (Figura 4). A população 648A (Oito Carreras) apresentou o menor valor de diversidade e as variedades locais 2105C (Palha Roxa), 302D (Cunha) e 2315A (Rajado) têm uma diversidade maior em comparação à maioria das variedades locais avaliadas.

Os resultados são coincidentes com as análises de dados quantitativos para as variedades locais 302D (Cunha) e 648A (Oito Carreras) distantes do conjunto das variedades locais. Contudo, em

outras variedades locais que ficaram em grupos distintos, como 2315A (Girueno) ou 2596A(Asteca-MT), não aparecem separadas do conjunto das variedades locais. Ao contrário, variedades com diversidade de cores de grão como 2315A (Rajado) ou 2105C (Palha Roxa) e que não foram discriminadas com os descritores quantitativos, aparecem com uma diversidade superior do maior conjunto de variedades. Também as misturas de cores de grão permitem identificar diferenças entre as variedades locais que integram o grupo das variedades nomeadas Oito Carreiras (648A e 1161A), as quais, nessa análise, foram significativamente diferentes entre si.

Tabela 5 – Diversidade das vinte variedades de milho avaliadas, estimada pelo Índice de Shannon (H') para oito características qualitativas.

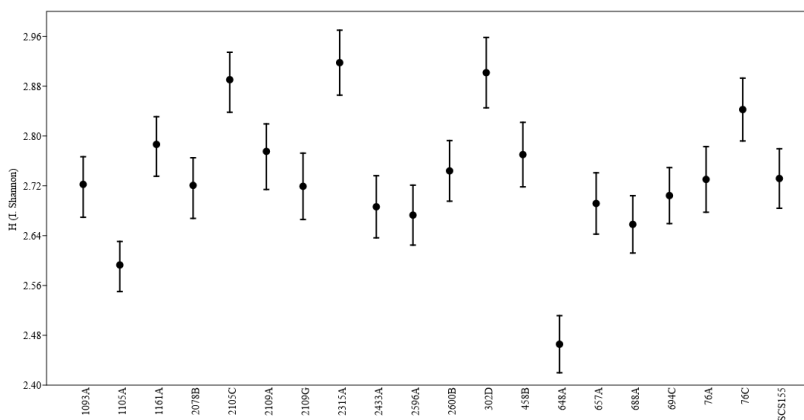
População	CCG	TiG	AFi	TiE	NFE	CdS	EmE	InE	Total
1093A(Comum)	0,84	0,46	0,22	0,63	1,25	0,52	0,21	1,05	2,72
1105A(Amarelão)	0,60	0,54	0,05	0,58	1,11	0,00	0,31	0,94	2,59
1161A(O. Carreras)	1,41	0,39	0,08	0,57	1,03	0,68	0,65	0,99	2,79
2078B(Pixurum05)	1,05	0,48	0,10	0,51	1,29	0,33	0,44	0,94	2,72
2105C(P. Roxa)	1,39	0,55	0,05	0,58	1,28	1,14	0,54	1,04	2,89
2109A(Pixurum05)	1,18	0,51	0,13	0,61	1,41	0,31	0,43	1,00	2,78
2109G(Branco)	0,98	0,44	0,09	0,46	1,44	0,22	0,65	1,03	2,72
2315A(Rajado)	1,36	0,63	0,15	0,63	1,33	1,16	0,61	0,94	2,92
2433A(Girueno)	0,73	0,48	0,11	0,60	1,35	0,11	0,63	1,03	2,69
2596A(AstecaMT)	0,60	0,57	0,17	0,51	1,24	0,12	0,62	0,94	2,67
2600B(Paco-05)	0,79	0,51	0,20	0,62	1,44	0,18	0,57	1,04	2,74
302D(Cunha)	1,14	0,47	0,16	0,49	1,82	1,03	0,75	0,85	2,90
458B(Branco)	1,06	0,51	0,13	0,54	1,34	0,36	0,63	1,08	2,77
648A(O. Carreras)	0,33	0,52	0,06	0,52	0,59	0,00	0,17	0,86	2,47
657A(Comum)	0,77	0,54	0,26	0,61	1,10	0,25	0,51	0,91	2,69
688A(Amarelão)	0,49	0,58	0,22	0,57	1,26	0,00	0,61	0,95	2,66
694C(MPA-1)	0,82	0,50	0,08	0,57	1,15	0,18	0,71	1,05	2,70
76A(Amarelão)	0,68	0,50	0,16	0,59	1,26	0,52	0,54	1,01	2,73
76C (Vermelho)	1,28	0,44	0,12	0,59	1,38	0,82	0,77	0,79	2,84
SCS155(Catarina)	0,60	0,47	0,11	0,58	1,28	0,43	0,77	1,05	2,73
H'_{total}	1,58	0,55	0,14	0,58	1,63	0,61	0,58	1,02	2,90
H'_{dp}	0,57	0,92	0,93	0,98	0,78	0,68	0,95	0,96	0,94
H'_{ep}	0,43	0,08	0,07	0,02	0,22	0,32	0,05	0,04	0,06

CCG= Cor da coroa do grão; TiF=Tipo de Grão; AFi=Arranjo das Fileiras; TiE=Tipo de Espiga; NFE=Numero de Fileiras(ordinal), CdS=Cor do Sabugo; EmE=Empalhamento da Espiga; InE=Inclinação da Espiga; H'_{ep} =Diversidade entre variedades locais; H'_{dp} =Diversidade dentro das variedades locais.

Com as frequências de cada uma das variantes das características qualitativas em cada população, foi estimada a distância Euclidiana e realizada a ACP (Figura 5). Os três primeiros eixos explicaram 23%,16% e 12% da variação, respectivamente. O primeiro eixo foi principalmente explicado pelas variantes de NFE e o segundo eixo com as variantes de CCG.

Com base na ACP, foram observados três grupos, sendo um grupo constituído pelas variedades que contêm misturas de grãos amarelos e alaranjados nas espigas; 2600B (Paco-05); 1093A(Comum); 76A(Amarelão); 2078B(Pixurum-05) e 694C (MPA-1).

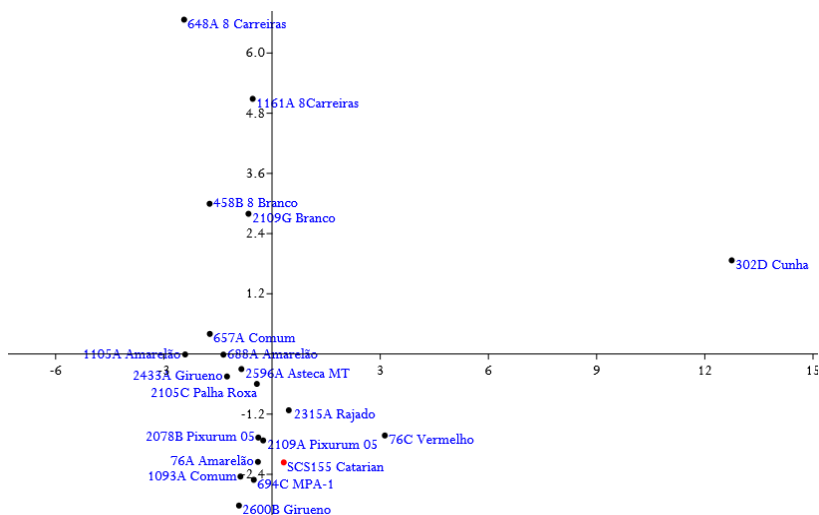
Figura 4 – Diversidade segundo o Índice de Shannon (H') para as vinte populações avaliadas e intervalos de confiança (95 %) com 1.000 *Bootstrapping*.



O segundo grupo, pelas variedades com espigas de grãos amarelos, grãos brancos ou suas misturas; 2105C (Palha Roxa); 2433A (Girueno); 688A (Amarelão) e 2596A688A (Amarelão); 1160A; 458B (Branco) e 2109G (Branco).As variedades portadoras de grãos vermelhos; 76C (Vermelho), alaranjados SCS-155 (Catarina); variegados 2078B (Pixurum-05) e 2109A(Pixurum-05) e rajados 2315A(Rajado), sem predominâncias de grãos amarelos, formaram o terceiro grupo. A variedade 302D (Cunha) caracterizada por ter a maioria das espigas com mais de 16 fileiras e grãos amarelos ficou isolada.

O agrupamento das variedades 1161A 648A coincidiu com os nomes *Oito Carreiras*; assim como 458B e 2109G estão associadas ao nome *Branco* e as variedades 2078A e 2109A, ao nome *Pixurum-05*, sugerindo que estas características são importantes para os agricultores identificarem as variedades. Entretanto, as variedades locais de nome *Amarelão* ou *Comum* aparecem misturadas e participando de algum dos grupos, segundo a proporção de grãos amarelos ou alaranjados, sem um padrão que permita associar nomes a características qualitativas. Este resultado indica que estes nomes referem a um conjunto de variedades locais mais heterogêneas.

Figura 5 – Análise de Componentes Principais (ACP) baseados nas frequências de cada uma das variantes das oito características qualitativas das vinte variedades de milho avaliadas.

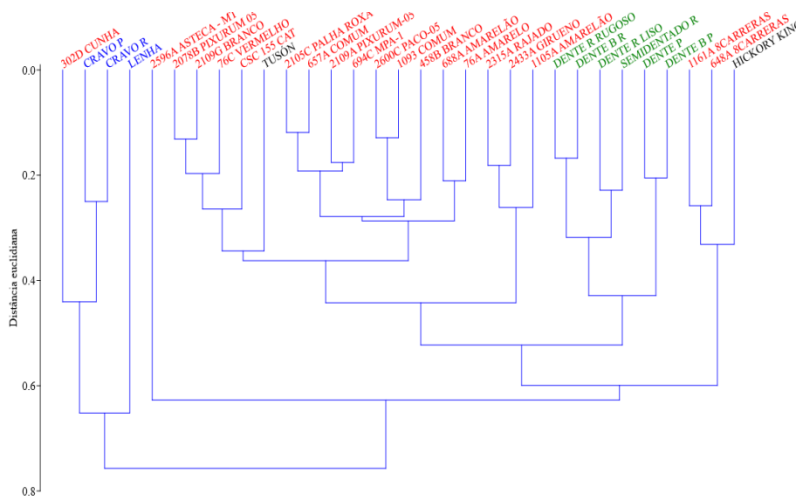


Camacho-Vila e Chavez-Servia (2003), em uma avaliação de 182 variedades locais de Yucatán, México, identificaram que os nomes iguais nem sempre indicavam similaridade. Ogliari et al. (2007) em Santa Catarina, registram uma situação similar da avaliação de três variedades locais denominadas *Amarelão* coletadas na mesma comunidade e geneticamente diferentes.

5.3.3. Classificação racial

Com o objetivo de caracterizar as variedades locais, segundo a classificação de raças, foi realizada a análise de agrupamento pelo método UPGMA, baseado na distância Euclidiana de doze características (ATP; AEP; RET; FAE; NRP; DME; DMS; CTE; NFE; CGr; EGr; LGr), coincidentes com os descritores de raças utilizadas por Paterniani e Goodman (1977). As variedades locais de Anchieta e Guaraciaba foram comparadas com raças pertencentes aos grupos Comerciais Atuais; (raças *Dente Rio-grandense rugoso*, *Dente Rio-grandense liso*, *Dente Rio-grandense branco*, *Semidentado Rio-grandense*; *Dente Paulista*, *Dente Paulista branco*, *Cravo Riograndense* e *Cravo Paulista*), Exóticas (raças *Hickory King* e *Tusón*) e a raça antiga *Lenha*. Com base na análise de agrupamento, (coeficiente de correlação cofenética igual 0,80), foram identificados cinco grupos e quatro subgrupos (Figura 6) considerando a distância de corte de 4,8.

Figura 6 – Análise de agrupamentos com o algoritmo UPGMA das vinte variedades de milho avaliadas e onze raças anteriormente identificadas para por Paterniani e Goodman (1977), com base nas distancias euclidianas de doze descritores morfológicos.



Dente RS = Dente Riograndense; Dente Branco RS=Dente Branco Riograndense; Dente RS Liso = Dente Riograndense Liso; Semidentado RS= Semidentado Riograndense; Dente SP= Dente Paulista; Dente Branco SP=Dente Branco Paulista

O Grupo **A** foi formado exclusivamente pela raça *Lenha* e o Grupo **E** exclusivamente pela população 2596A (*Asteca Mato Grosso*). O Grupo **B** foi formado pela população 648A (*Oito Carreiras*) e a raça *Hickory King*. O Grupo **C** foi formado pela população 302D (*Cunha*) e as duas raças *Cravo Riograndense* e *Cravo Paulista*. Ambas as raças possuem grãos compridos (13,3 e 13,6 mm respectivamente) e estreitos (7 e 6,9 mm, respectivamente), espiga curta (15,5 e 15,2 cm, respectivamente) e muitas fileiras (21 e 19, respectivamente), sendo assim similar à população 302D (*Cunha*) com valores 11,9 mm para comprimento de grão, 7,4 mm para espessura de grão, 13,9 cm para comprimento de espiga e 19 fileiras. O grupo **D** foi o maior, dividindo-se em quatro subgrupos: **D1** foi formado pelas raças *Dentadas Riograndense*; **D2** foi formado por treze variedades locais de Anchieta e Guaraciaba e pela testemunha SCS-155 (Catarina) o subgrupo **D3** foi formado pela raça *Tusón*; e o subgrupo **D4** pelas raças *Dente Paulista* e *Dente Branco Paulista* e pelas variedades 1105A (Amarelão); 2315A (Rajado) e 2433A (*Girueno*).

A raça *Lenha* foi classificada por Paterniani e Goodman (1977) como raça *Indígena*, com grãos dentados brancos, sabugo grosso e com numerosas fileiras (20). A raça *Lenha* já tinha sido indicada por Brieger et al. (1958), de origem na etnia *Guarani* e adotada por agricultores da região sul do Brasil e do Uruguai. A raça *Hickory King* foi caracterizada por possuir grãos brancos e oito fileiras, coincidentes com as características da população 648A (*Oito Carreiras*). Entretanto, a população 1161A, também denominada (*Oito Carreiras*) possui grãos coloridos e uma média de nove fileiras. As pequenas diferenças podem colocar a população 1161A (*Oito Carreras*) fora ou dentro da raça dependendo das variáveis estudadas. Com base na análise das características quantitativas e qualitativas, realizada no item 5.3.2, as duas variedades locais *Oito Carreiras* ficaram agrupadas. A população 302D (*Cunha*) possui grãos predominantemente amarelos e numerosas fileiras, coincidente com as raças *Cravo Riograndense* e *Cravo Paulista*, confirmando que *Cunha* deriva das raças *Cravo*. A presença do subgrupo **D2**, separado das raças *Riograndenses* do subgrupo **D4** e das variedades locais *Paulistas* do subgrupo **D1**, indica uma *nova* raça com grãos predominantemente amarelos dentados. O subgrupo **D2** apresenta grãos mais espessos e compridos (médias 4,2mm e 9,8mm) que o subgrupo **D1** (3,7 e 9,2 respectivamente), a presença da testemunha no subgrupo **D2**, poderia ou indicar uma provável mistura de *Dentes Riograndense* com materiais modernos. A presença de MPA-1

integrando o subgrupo originado da mistura de variedades com sintéticas e a testemunha SCS-155 (Catarina) também confirmam que a nova raça tem origem da mistura de germoplasma. A raça *Tusón* foi descrita por Paterniani e Goodaman (1977) com um único acesso da Bahia, originado de uma introdução. Valorado por seu potencial *Tuson* foi entregue aos agricultores, seu uso e difusão pode explicar a atual proximidade com **D2** e poderia indicar outra origem do subgrupo. Em uma avaliação de 161 acessos das Américas (Sanchez et al., 2007), a raça *Tusón* agrupou com os *Dentados Riograndenses* para as características morfológicas.

O subgrupo **D4** formado por 1105A (Amarelão); 2315A (Rajado); 2433A (Girueno) e as raças *Dentes Paulistas* têm as características de plantas altas (de 2,89 a 3,03 m) e altos valores de RET (0,5 a 0,55). Este resultado estaria indicando possíveis subraças relacionadas com as raças *Dente Paulista* e *Dente Branco Paulista*.

A variedade 2596A denominada *Asteca Mato Grosso*, ficou separada. Esta população caracteriza-se por possuir sabugo fino e grãos amarelos e, as vezes, com pericarpo vermelho. Como referência à variedade *Asteca*, Paterniani e Goodman, (1977) citam ser uma população sintética desenvolvida pelo Instituto Agrônomo de Campinas, a partir da raça *Tuxpeño* do México.

5.4 CONCLUSÕES

As variedades locais avaliadas apresentaram uma importante diversidade agromorfológica, com variações na aptidão para produção de grão ou silagem. As diferenças estão explicadas principalmente por características dos grãos (espessura e peso), espiga (comprimento) e da planta (altura e quantidade de folhas).

As variáveis qualitativas principalmente cor da coroa do grão e número de fileiras, por sua coincidência com o agrupamento por nomes, são as características que permitem a identificação das variedades locais por parte dos agricultores.

Existe diversidade de raças na região e raças novas indicando uma dinâmica das variedades locais conservadas *in situ-on farm*. Entretanto, a reavaliação das variedades locais é necessária. Uma atualização da classificação é necessária, considerando a evolução das variedades locais associada ao surgimento de novas raças. As raças aparecem como uma importante ferramenta para classificar as

variedades locais, permitindo a interação das diferentes perspectivas da diversidade.

5.5 REFERÊNCIAS

- ALVES, A. C.; VOGT, G. C.; FANTINI, A. C.; OGLIARI, J. B.; MARASCHIN, M. Variedades locais de milho e a agricultura familiar do extremo Oeste catarinense. In: CANCI, A.; VOGT, G. A.; CANCI, I. J. (Eds.) ; - SC. Editora Gráfica McLee Ltda.; São Miguel do Oeste-SC, 2004.p.67-85
- AGUIRRE GOMEZ, J. A. A.; BELLON, M.R.; SMALE M. A regional analysis of maize biological diversity in Southeastern Guanajuato, Mexico. *Economic Botany* 54:60-72. 2000
- ANDERSON, Edgar. Field studies of Guatemalan maize. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, v. 34, n. 4, p. 433-467, 1947.
- ANDERSON, E.; CUTLER, H. Races of *Zea mays*: I. Their recognition and classification. *Ann. Mo. Bot. Gard.* n.2, 169–188. 1942
- ÁNGELES-GASPAR, E.; ORTIZ-TORRES, E.; LÓPEZ, P. A.; LÓPEZ-ROMERO, G. Caracterización y rendimiento de poblaciones de maíz Nativas de Molcaxac, Puebla. *Rev. Fitotec. Mex.* v. 33, n.4, p. 287–296. 2010.
- BRANDOLINI, A. Razze Europee di maiz. *Maydica*, n.15, p. 5-27, 1970.
- BRIEGER, F. G.; GURGEL, J. T. A.; PATERNIANI, E.; BLUMENSCHNEIN, A.; ALLEONI M. R. Races of maize in Brazil and other eastern South American countries. *National Academy of Sciences Publication* 593p. 1958.
- BROWN, W. L. Races of maize in the west indies. Disponível em: http://www.ars.usda.gov/sp2UserFiles/Place/50301000/Races_of_Maize/RoM_West-Indies_0_Book.pdf. Acesso em: 23 fev. 2016.
- BROWN, W. L.; GOODMAN, M. M. Races of corn, p33 -79 in SPRAGE, G.F. *Corn and corn improvement*. ASA, Madison, WI. 1988.
- CAMACHO-VILLA, T. C.; CHAVÉZ SERVIA, J. L. Diversidad morfológica del maíz criollo de la región centro de Yucatán, México. In CHÁVEZ-SERVIA, J. L.; TUXILL, J.; JARVIS, D. I. (Eds). *Manejo de*

la diversidad de los cultivos en los agroecosistemas tradicionales. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Cali, 2004,264 p.

CAMACHO-VILLA, T. C.; MAXTED, N.; SCHOLTEN, M.; FORD-LLOYD, B. Defining and identifying crop landraces. *Plant Genet.Res.*, v. 3 p. 373–384, 2005.

CANCI, I. Relações dos sistemas informais de conhecimento no manejo da agrobiodiversidade no Oeste de Santa Catarina. 2006. 204 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2006.

CANCI, A.; GUADAGNIN, C. A.; GUADAGNIN, C. M. I.; MOREIRA, A. Origem. In: CANCI, A.; ALVES, A. C.; GUADAGNIN, C. A. (Eds). *Kit diversidade: estratégias para a segurança alimentar e valorização das sementes locais*. São Miguel do Oeste: Instituto de Agrobiodiversidade e Desenvolvimento Sócioambiental, 2010. Cap. 1, p.19-27.

CANCI, A.; VOGT, G. A.; CANCI, I J. A diversidade das espécies crioulas em Anchieta SC diagnóstico, resultados de pesquisa e outros apontamentos para a conservação da agrobiodiversidade. 1. ed. São Miguel do Oeste: Mc Lee, 2004. v. 1. 112p .

CEPA. Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina. EPAGRI. 2010, Florianópolis. 317p.

CIRAM-EPAGRI <http://ciram.epagri.sc.gov.br/agroconnect/> consultado 15/2/2015

CRONBACH L.J. Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*. V. 16, n. 3, p. 297–334. 1951

COSTA, F. M. Diversidade genética e distribuição geográfica: uma abordagem para a conservação *on farm* e *ex situ* e o uso sustentável dos recursos genéticos de milho do Oeste de Santa Catarina. 2013. 211 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2013.

COSTA, F. M.; SILVA, N. C. D. A.; OGLIARI, J. B. Maize diversity in southern Brazil: indication of a microcenter of *Zea mays* L. *Genetic*

Resources and Crop Evolution, DOI: 10.1007/s10722-016-0391-223, 2016.

DA SILVEIRA, R. P. ; OSORIO, G. T. ; OGLIARI, J. B. ; KUHNEN, S. . Diversidade de sementes crioulas de *Solanum lycopersicum* L. em Anchieta, SC.. In: III Congresso Brasileiro de Recursos Genéticos, 2014, Santos. Anais do III Congresso Brasileiro de Recursos Genéticos, 2014.

DE FRANÇA, C. G.; DEL GROSSI, M. E.; DE AZEVEDO MARQUES, V. O censo agropecuário 2006 e a agricultura familiar no Brasil. MDA, 86p. 2009.

EMPERAIRE, L. O manejo da agrobiodiversidade: o exemplo da mandioca na Amazônia. In: BENSUSAN, N. Seria melhor mandar ladrilhar? Biodiversidade como, para que, por quê? .Brasília: ISA, 2002. p. 189-201.

FAOSTAT <http://faostat3.fao.org/browse/G1/GR/E>, Acesso em: 25 fev. 2016

FRANÇA, F.; COSTA F. M. Caracterização dos recursos genéticos de milho. Comunicado Técnico 185. Dez 2010.

GOWER J. C. 1971 A General Coefficient of Similarity and Some of Its Properties. Biometrics, Vol. 27, No. 4. 857-87.1971

GROBMAN, A.; SALHUANA, W.; SEVILLA, R. Races of Maize in Peru. Disponível em: <http://www.ars.usda.gov/sp2UserFiles/Place/50301000/Races_of_Maize/RoM_Peru_0_Book.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2016.

HAMMER, Ø.; HARPER, D.; RYAN PD. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Paleontologia Electrónica, n. 4, p.1- 9. 2001

HAMMING, R. W. (1950). Error detecting and error correcting codes. Bell System technical journal, v.29, n.2, p.147-160. 1950.

HATHEWAY, W.H. Races of maize in Cuba. Natl. Acad. Sci. - Natl. Res. Council Publ. 453, 1957, Washington, D.C. 75 p.

HERRERA CABRERA, E.; MACIAS-LOPEZ, A.; DIAZ RUIZ R.; VALDEZ RAMIREZ, M.; DELGADO ALVARADO. Uso de semillas criollas y caracteres de mazorca para la selección de semillas de maíz en México. *Rev. Fitotec. Mex.* v.25, n. 1, p. 17-23. 2002.

HERBAS M. J. Caracterización Morfológica de 100 accesiones de maíz nativo (*Zea mays* L.) de la región del Chaco Boliviano. 2014. Maestría en Conservación y Manejo de Recursos Fitogenéticos y Biotecnología Vegetal Aplicada. 135 p

HURTADO U. R.; MORAES R.M. Comparación del uso de plantas por dos comunidades campesinas del bosque tucumano - boliviano de Vallegrande, Santa Cruz, Bolivia. *Ecología en Bolivia* v.45, n.1, p. 20-54, Abril 2010.

IBGE. Censo Agropecuario 2006. Brasil <http://www.ibge.gov.br/home>
Acesso em: 25 fev. 2016

IBPGR. Descriptors for Maize. International Maize and Wheat Improvement Center, Mexico City. International Board for Plant Genetic Resources, Rome. 1991, 88 p.

JACCARD, P. Nouvelles recherches sur la distribution florale. *Bulletin Société Vaudoise des Sciences Naturelles*, v.44, n.2, p.223–270, 1908.

KIST, V.; ALBINO, V. S.; MARASCHIN, M.; OGLIARI, J. B. Genetic variability for carotenoid content of grains in a composite maize population. *Scientia Agricola*, v.71, n. 6, p.480-487. 2014.

KIST, V.; OGLIARI, J. B.; MIRANDA FILHO, J. B.; ALVES, A. C. Genetic potential of a maize population from Southern Brazil for the modified convergent divergent selection scheme. *Euphytica*, v. 176, p. 25-36, 2010.

KUHNEN, S.; DIAS, P. F.; OGLIARI, J. B.; MARASCHIN, M. Brazilian Maize Landraces Silks as Source of Lutein: An Important Carotenoid in the Prevention of Age-Related Macular Degeneration. *Food and Nutrition Sciences*. v.3, n.11, p. (2012),

KUHNEN, S.; MENEL. L.P.M.; CAMPESTRINI, L.H.; OGLIARI, J.B.; DIAS, P. F.; MARASCHIN, M. Carotenoid and Anthocyanin Contents of Grains of Brazilian Maize Landraces. *Journal of the science of food and agriculture*, v. 91, n. 9, p. 1548–53, 2011.

LEWONTIN R. The apportionment of human diversity. *Evolutionary Biology*, v. 6, p. 381-396. 1972.

Lucchin, M.; Barcaccia G.; Parrini, P. Characterization of a flint maize (*Zea mays* L. convar. *mays*) Italian landrace: I. Morpho-phenological and agronomic traits. *Genetic Resources and Crop Evolution*. n.50, p.315–327, 2003.

MATSUOKA, Y.; VIGOUROUX, Y.; GOODMAN, M. M. SANCHEZ, J. G.; BUCKLER, E.; DOEBLEY, J. A single domestication for maize shown by multilocus microsatellite genotyping. *PNAS*, v. 99, n. 9, p.6080–6084, April 2002.

MERGENER, R. A. Morfofisiologia de variedade de polinização aberta de milho em diferentes densidades de plantas. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais. 2007, 88p.

OGLIARI, J. B.; ALVES, A. C.; KIST, V.; FONSECA, J. A.; BALBINOT, A. Análise da Diversidade Genética de Populações Locais de Milho. *Rev. Bras. Agroecologia*, v.2, n.1, p. 191-195. Fev. 2007

OGLIARI, J. B.; KIST, V.; CANCI, A. The participatory genetic enhancement of a local maize variety in Brazil. In: *Community Biodiversity Management – Promoting resilience and the conservation of plant genetic resources*. Ed. Earthscan from Routledge, 2013 p. 265-271.

OSORIO, G. T. Diversidade de espécies e variedades crioulas no oeste catarinense: um estudo de caso a partir de alface e radice em Anchieta e Guaraciaba. 2015. 138 p. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, Florianópolis, 2015.

PATERNIANI, E.; GOODMAN, M. M. Races of maize in Brazil and

adjacent areas. CIMMYT, Mexico, DF.1977, 101p.

PATERNIANI, E.; NASS, L. L.; SANTOS, M. X. O valor dos recursos genéticos de milho para o Brasil. In: UDRY, C. V.; DUARTE, W. Uma história brasileira do milho: o valor dos recursos genéticos. Brasília: Paralelo 15, p. 11-41, 2000.

PERALES, H.; GOLICHER, D. Mapping the diversity of maize races in Mexico. *PloS one*, v. 9, n. 12, p. e114657, 2014.

PINTO, T. T.; GONCALVES, G. M. B. ; SOUZA, R. ; OSORIO, G. T. ; OGLIARI, J. B. . La diversidad genética de las variedades criollas de arroz de secano. In: XLIII Congreso Argentino de Genética, 2014, San Carlos de Bariloche. BAG. Journal of basic and applied genetics. Buenos Aires, 2014. v. 25

PRESSOIR, G.; BERTHAUD, J. Population structure and strong divergent selection shape phenotypic diversification in maize landraces. *Heredity*, n. 92, p. 95–101, 2004.

RAMIREZ, R. E.; TIMOTHY, D. H.; DIAZ, E. B.; GRANT, U. J. Races of maize in Bolivia. Washintong, D.C.: NAS-NRC, 1960. 167p.

RODRÍGUEZ-PÉREZ, G.; ZAVALA-GARCÍA, F.; OJEDA-ZACARÍAS, C.; GUTIÉRREZ-DIEZ, A.; TREVIÑO-RAMÍREZ, J. E.; RINCÓN-SÁNCHEZ, F. Diversidad de maíces criollos de Nuevo León, México, mediante AFLP y caracteres morfológicos. *Agronomía Mesoamericana* v. 23, n.2, p.29-39, 2012.

ROMESBURG, H. C. Cluster Analysis for Researchers. Wadsworth, Inc.; Belmont, CA.pp. 518–540, 1984.

SÁNCHEZ G. J. J. Diversidad del Maíz y el Teocintle. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Manuscrito. 2011, 98 p.

SANCHEZ, J. J.; GOODMAN, M. M.; STUBER, C. W.; Isozymatic and Morphological Diversity in the Races of Maize of Mexico. *Economic Botany*, v. 54, n. 1931, p. 43–59, 2000.

SCAPIM, C. A.; CARVALHO, C. G. P. de; CRUZ, C. D. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 30, n. 5, p. 683-686, 1995.

SERPOLAY-BESSON, E.; GIULIANO, S.; SCHERMANN, N.; CHABLE, V. Evaluation of evolution and diversity of maize open-pollinated varieties cultivated under contrasted environmental and farmers' selection pressures: A phenotypical approach. *Open Journal of Genetics*, n. 4, p.125-145, 2014.

SERRATOS-HERNÁNDEZ, J. A. El origen y la diversidad del maíz en el continente americano. México: Greenpeace México. 2012, 40 p

SHANNON, C. E. A mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal*. n. 27, p. 379–423. 1948.

SILVA, N. C. A. Conservação, diversidade e distribuição de variedades locais de milho e seus parentes silvestres no extremo oeste de Santa Catarina, sul do Brasil. 2015. 236 p. Tese (Doutorado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2015.

SOUZA, S. N. de. Milho para silagem: Considerações Agronômicas. *Agropecuária Catarinense*, Florianópolis, v.2, n.2, p.11-14, jun.; 1989.

SPEARMAN, C. The proof and measurement of association between two things. *Amer. J. Psychol.* v.15: 72–101. 1904.

STATSOFT, INC. STATISTICA data analysis software system, version 7. 2004. www.statsoft.com.

STURTEVANT, E. L. Varieties of corn. Washintong, D.C.: USDA Bulletin. No. 57.; 1899.

UARROTA, V. G.; AMANTE, E. R.; DEMIATE, I. M.; VIEIRA, F.; DELGADILLO, I.; MARASCHIN, M.; Physicochemical, thermal, and pasting properties of flours and starches of eight Brazilian maize landraces (*Zea mays* L.), *Food Hydrocolloids* 2012.

TIMOTHY. Races of maize in Ecuador. National Academies, 1963.

USDA Grain: World Markets and Trade, Foreign Agricultural Service/USDA March 2015. 56p.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. Genética Biométrica no Fitomelhoramento. Ribeirão Preto – SP. Revista Brasileira de Genética, p.486, 1992.

VIGOUROUX, Y.; GLAUBITZ, J. C.; MATSUOKA, Y.; GOODMAN, M. M.; SÁNCHEZ, J.; DOEBLEY, J. Population structure and genetic diversity of New World maize races assessed by DNA microsatellites. American Journal of Botany, v. 95 n. 10 p. 1240-1253, 2008.

VOGT, G. A. A dinâmica do uso e manejo de variedades locais de milho em propriedades agrícolas familiares. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2005, 127p.

WELLHAUSEN, E. J.; FUENTES, A. O.; HERNANDEZ, A.C.; MANGELSDORF, P. Races of Maize in Central America. Washintong, D.C.: NAS-NRC, 1957. 137p.

WELLHAUSEN, E. J.; ROBERTS, L. M.; HERNANDEZ, X.; MANGELSDORF, P. C. Races of maize in Mexico. Their origin, characteristics and distribution. Bussey Institution, Harvard University. 1952. 223 p.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A riqueza e a diversidade de variedades locais de milho comum da região do Extremo Oeste de Santa Catarina, aqui representada pelos municípios de Anchieta e Guaraciaba, estão homogeneamente distribuída entre seus agricultores independentemente de gêneros, origem, formação ou produção e coexistem nas propriedades com híbridos comerciais. Em relação a os usos, às variedades locais e os híbridos compartilham o uso para alimentação, animal, enquanto para a alimentação da família são plantadas exclusivamente variedades locais.

A conservação das variedades inclui a seleção na propriedade e -- o intercâmbio entre propriedades. Os agricultores fazem uma intensa seleção conservando uma quantidade reduzida de sementes e com critérios predominantemente conservacionistas, focada nas características da espiga e grão que identificam as variedades. O intercâmbio é predominantemente entre vizinhos, parentes e organizações locais, demonstrando a importância do conjunto dos agricultores na conservação da riqueza e diversidade da região.

Os agricultores que mantém mais diversidade e riqueza de variedades são aqueles que implantam maior área e que doaram sementes. Isso sugere a importância destes agricultores para a conservação do conhecimento das variedades.

A adaptação da ferramenta de Coleção Nuclear, desenhada para coleções *ex situ* organizadas a partir de coleções *in situ-on farm*, permite orientar coletas para novos estudos da diversidade da região. Também é um subsídio para bancos comunitários e para respaldos de conservação *ex situ* da diversidade da região.

O estudo molecular da Coleção Nuclear da coleção *in situ-on farm* de milho permitiu identificar três grandes grupos de variedades locais de milho, coincidentes com as características de tipos de grão. O grupo de milho mais disperso e com menor diversidade de variedades, o grupo dos comuns concentrado e diverso, e os doces concentrados e pouco diversos.

A similaridade genética das variedades conservadas pelos mesmos agricultores permitiu demonstrar o fluxo entre variedades de uma mesma propriedade e inclusive de variedades vizinhas com diferentes tipos de milhos. A inclusão dos teosintos permitiu identificar processos de fluxo interespecífico e sua relevância em um contexto de coexistência.

As diferenças entre grupos e fluxo gênico coincidentes com as diferenças de gênero e critérios de seleção explica as evoluções diferenciadas entre as variedades de diferentes tipos de milhos.

A avaliação agromorfológica permitiu demonstrar a diversidade fenotípica das variedades, o potencial de usos como forragem ou silagem de algumas variedades locais em uma conjuntura regional de aumento da produção de leite e demanda de forragem. A comparação dos resultados deste estudo com a classificação de raças permitiu identificar novas raças de milho na região.

APÊNDICE A – Questionário utilizado durante o Diagnóstico da Diversidade, 2013.

Projeto Mays I – NEABIO – UFS
Estudo das Estratégias de Conservação e Manejo de Variedades de Milho Crioulo e Parentes Silvestres no Oeste Catarinense

1. IDENTIFICADORES

1.1. Nome do Pesquisador(a):

1.2. Data da Entrevista:

1.3. Número da Entrevista:

2. IDENTIFICAÇÃO DO INFORMANTE LOCAL E DA PROPRIEDADE

2.1. Nome Completo do Informante Local (quem cuida da variedade):

2.2. Idade:

2.3. Sexo: (1)F; (2)M

2.4. Grupo Étnico: (1) Alemão; (2) Italiano; (99) Outro

2.5. Nível de Formação:

2.6. Tempo em Vive na Região:

2.7. Nome Completo do Proprietário:

2.8. Nome Completo dos demais moradores da propriedade:

2.9. Comunidade:

2.10. Município/Estado:

2.11. Coordenadas da Propriedade (LAT/LON em UTM):

2.12. Altitude (m):

2.13. Área da Propriedade (ha):

2.14. Tipo de Solo: (1) Argiloso; (2) Textura média; (3) Arenoso; (4) Pedregoso; (99) Outro

2.15. Relevo: (1) Plano; (2) Levemente acidentado; (3) Fortemente acidentado

2.16. Nome e sobrenome dos vizinhos que fazem divisa com a propriedade:

2.17. Principal Fonte de Renda: (1) Leite; (2) Grãos; (3) Suinocultura; (4) Bovinocultura de Corte; (5) Avicultura; (6) Aposentadoria; (99) Outro

2.18. Participa de alguma organização? Qual?

3. IDENTIFICAÇÃO DAS CULTIVARES COMERCIAIS

3.1. Planta milho comercial? (1) Sim; (2) Não. Em caso positivo, responda:

3.1.1. Tipo do milho comercial: (1) Comum; (2) Pipoca; (3) Doce (nome da variedade, empresa e áreas plantadas safra/safrinha (ha))?

- a.
- b.
- c.
- d.
- e.
- f.

3.1.2. Sabe dizer se é transgênica (somente para milho comum)? (1) Sim; (2) Não

3.1.2.1. Há quanto tempo planta milho transgênico?

3.1.2.2. Como foi a produtividade do milho GM nas últimas duas safras? (1) Muito boa; (2) Boa; (3) Razoável; (4) Ruim; (99) Outro

3.1.2.3. Como foi a produtividade do milho NGM nas últimas duas safras? (1) Muito boa; (2) Boa; (3) Razoável; (4) Ruim; (99) Outro

3.1.3. Como escolhe os milhos comerciais? (1) Rendimento de grãos; (2) Rendimento de silagem; (3) Precocidade; (3) Tolerância a herbicida; (4) Resistência a lagarta; (99) Outro

3.1.4. Quem consulta para escolher: (1) Vizinho; (2) Técnico; (3) Vendedor; (4) Recomendação EPAGRI; (99) Outro

3.1.5. Os milhos comerciais são usados para qual finalidade? (1) Para venda; (2) Para uso na propriedade; (3) Ambos; (99) Outro

3.1.6. Se para uso próprio, os milhos comerciais são usados para: (1) Alimentação animal (2); Alimentação da família; (3) Ambos; (99) Outro

4. IDENTIFICAÇÃO DAS VARIEDADES CRIOULAS

4.1. Tipo (C) Comum; (P) Pipoca; (D) Doce e Nome do Milho:

- a.
- b.
- c.
- d.

4.2. Origem: (1) Herança; (2) Vizinho (colocar nome e local onde a pessoa mora); (3) Parente (colocar nome e local onde a pessoa mora); (4) Feira de Sementes; (5) Doação de Algum Órgão Público (Epagri, Defesa Civil; Conab); (6) Agropecuária; (7) Sindicato; (8) Kit diversidade; (9) Não lembra; (99) Outro

- a.
- b.
- c.
- d.

4.3. Anos em que a variedades está na propriedade e na família:

- a. propriedade: família
- b. propriedade: família
- c. propriedade: família
- d. propriedade: família

4.4. Cor do Grão: (1) Branco; (2) Amarelo Claro; (3) Amarelo Alaranjado; (4) Roxo; (5) Preto ou Azul; (6) Rajado; (7) Misturado (grãos com diferentes cores); (8) Vermelho; (99) Outro

- a.
- b.
- c.
- d.

4.5. Tipo do Grão: (1) Dentado; (2) Duro; (3) Enrugado (doce); (4) Pontado (com espinho); (5) Pipoca Liso (em espinho); (6) Tunicata (encapado); (99) Outro

- a.
- b.
- c.
- d.

- 4.6. Arranjo dos Grãos (1) Reto ou Levemente Recurvado; (2) Em Espiral; (3) Entrelaçado
- a.
 - b.
 - c.
 - d.
- 4.7. Tipo de Espiga: (1) Cilíndrica; (2) Cônica; (3) Cônica-cilíndrica; (4) Redonda
- a.
 - b.
 - c.
 - d.
- 4.8. Número de fileiras: (1) <10; (2) 10-14; (3) >14
- a.
 - b.
 - c.
 - d.
- 4.9. Altura da Planta: (1) Alta (>3,0m); (2) Média (de 2,51 a 3,0m); (3) Baixa (<2,50m)
- a.
 - b.
 - c.
 - d.
- 4.10. Ciclo: (1) Precoce (< 130 dias); (2) Intermediário (131-159 dias); (3) Tardio (>160 dias)
- a.
 - b.
 - c.
 - d.
- 4.11. Prolifidade (espigas/planta – na maioria das plantas): (1) Uma; (2) Duas; (3) Mais de duas
- a.
 - b.
 - c.
 - d.
- 4.12. Acamamento (b): (1) Todos os anos; (2) A maioria dos anos; (3) As Vezes; (4) Nunca
- a.
 - b.
 - c.
 - d.

5. VALORES E PREFERÊNCIAS DE USO

5.1. Do que mais gosta nessas variedades e por qual razão as prefere: (1) Produtividade de grão; (2) Bom rendimento de silagem; (3) Resistente a doenças; (4) Resistente a pragas; (5) Resistente a Seca; (6) Boa para farinha; (7) É adocicada; (8) Menor custo de produção; (9) Para conservação; (10) Está com a família há muito tempo; (11) Precisa menos agrotóxico; (12) Usa menos fertilizante; (13) Livre de agrotóxico; (14) É gostosa; (15) Mais precoce; (16) Menos casca no grão; (17) Quase todos grãos estouram; (99) Outro

- a.
- b.
- c.
- d.

5.2. Quando usado para Consumo Próprio: (1) Alimentação animal; (2) Canjica; (3) Farinha polenta; (4) Farinha bolos, bolachas; (6) Uso medicinal do cabelinho; (7) Milho verde; (8) Artesanato; (9) Para doação ou troca de semente; (99) Outro

- a.
- b.
- c.
- d.

5.3. Quando usado para Venda: (1) Grão; (2) Cabelinho; (3) Milho verde; (4) Canjica; (5) Farinha; (6) Produtos (bolachas, bolo, etc); (7) Artesanato; (8) Semente; (99) Outro

- a.
- b.
- c.
- d.

5.4. Área plantada (ha); quantidade plantada (kg) e quantidade produzida (kg)

- a.
- b.
- c.
- d.

5.5. Local de Plantio: (1) Roça (melhor área); (2) Roça (pior área); (3) Horta; (99) Outro

- a.
- b.
- c.
- d.

- 6.3.7. Qual adubação e quantidade utilizada? (1) Orgânica; (2) Química; (3) Ambas; (4) Nenhuma
- a. Crioulos
b. Comerciais
- 6.3.8. Qual o controle de pragas e quantidade utilizada? (1) Orgânico; (2) Químico; (3) Ambas; (4) Nenhum
- a. Crioulos
b. Comerciais
- 6.3.9. Qual o controle de doenças e quantidade utilizada? (1) Orgânico; (2) Químico; (3) Ambas; (4) Nenhum
- a. Crioulos
b. Comerciais
- 6.3.10. Qual o controle de inços (plantas espontâneas) e quantidade utilizada? (1) Manual; (2) Químico; (3) Ambas; (4) Mecânico; (5) Nenhum
- a. Crioulos
b. Comerciais
- 6.3.11. Colheita: (1) Manual; (2) Mecânica
- a. Crioulos
b. Comerciais
- 6.3.12. Costuma fazer limpeza de grão do maquinário para a colheita? (1) Sim; (2) Não
- 6.3.13. O transporte para comercialização é feito em separado para milho comercial e crioulo? (1) Sim; (2) Não
- 6.3.14. O local usado para armazenamento do grão do milho comercial (híbrido ou variedade) é o mesmo usado para o milho crioulo? (1) Sim; (2) Não
- 6.3.15. Faz algum beneficiamento das sementes? (1) Sim; (2) Não. Qual?
- 6.3.16. De que forma guarda as sementes? (1) Espigas penduradas no paiol; (2) Espigas agrupadas no chão do paiol; (3) Espigas, armazém tipo chapecó; (4) Em grãos, armazém tipo chapecó; (5) Garrafas pet; (99) Outro
- a. Crioulos
b. Comerciais

- 6.3.17. Pratica algum isolamento para produção de semente crioula? (1) Sim; (2) Não
- 6.3.17.1. Qual tipo de isolamento? (1) Temporal; (2) Espacial; (3) Ambos
- 6.3.17.2. No caso de praticar isolamento temporal, quantos dias de outros milhos?
- 6.3.17.3. No caso de praticar isolamento espacial, usa quantos metros de outros milhos?
- 6.3.17.4. Os cuidados com isolamento são distintos conforme o tipo de milho comercial plantado, p. ex., se cultivar é GM ou não GM? (1) Sim; (2) Não
- 6.3.17.4.1. Qual a principal diferença do isolamento quando é GM?
- 6.3.17.5. Costuma plantar milho crioulo em áreas onde em anos anteriores foram cultivados sementes de milhos comprados na agropecuária ou recebidos pelo troca-troca, sindicatos, outras fontes oficiais? (1) Sim; (2) Não
- 6.3.17.6. Seu vizinho costuma cultivar milho próximo a áreas de cultivo dos milhos crioulos da sua propriedade? (1) Sim; (2) Não
- 6.3.17.7. Em caso positivo, ele costuma lhe avisar quando pretende efetuar o plantio? (1) Sim; (2) Não; (3) As vezes
- 6.3.17.8. Em caso positivo, ele costuma lhe avisar qual tipo de milho pretende cultivar (se GM ou não GM)? (1) Sim; (2) Não; (3) As vezes

7. SELECAO E MELHORAMENTO GENÉTICO

- 7.1. Faz algum tipo de seleção para melhorar as variedades crioulas? (1) Sim; (2) Não
- 7.1.1. Em caso positivo, qual a parte mais importante para a seleção? (1) Planta; (2) Espiga; (3) Grão Debulhado; (99) Outro
- 7.1.2. Quem faz? (1) Pai; (2) Mãe; (3) Avô; (4) Avó; (5) Filho; (6) Filha; (7) Agregado; (99) Outro
- 7.1.3. Com quem aprendeu? (1) Pais; (2) Vizinho; (3) Técnico; (4) Cursos/Eventos; (99) Outro
- 7.1.4. Área específica para produção de semente é diferente da área destinada a produção de grãos? (1) Sim; (2) Não; (99) Outro
- 7.1.4.1. Em caso negativo, como é feita a identificação da área para seleção de semente? (1) Melhor área da lavoura; (2) Pior área da lavoura; (3) Não é feita seleção de área; (99) Outro
- 7.1.5. Em qual etapa faz a seleção? (1) Melhores plantas da lavoura; (2) Melhores espigas do campo; (3) Melhor espiga do paiol; (4) Melhores sementes após debulha; (99) Outro

- 7.1.6. Quais características que utiliza para fazer seleção? (1) Acamamento; (2) Número de Espigas por Planta; (3) Cor de Grão; (4) Tipo de Grão; (5) Plantas Sadias (pragas e doenças); (6) Empalhamento; (7) Tamanho de Espiga; (8) Tamanho de Grão; (9) Plantas Altas; (10) Plantas Baixas; (11) Arranjo de Fileiras da Espiga; (12) Enraizamento; (13) Volume de Planta (massa verde); (99) Outro
- 7.1.7. Costuma misturar (cruzar) variedades comerciais junto com variedade crioula (incorpora outros materiais a base genética da variedade crioula)? (1) Sim; (2) Não
- 7.2. Qual a quantidade de sementes guardada para a próxima safra (kg, garrafas pet, etc)?
- 7.3. De quantas plantas/espigas são retiradas?

8. EROSIÃO E VUNERABILIDADE GENÉTICA

- 8.1. O que sabe sobre cultivar transgênica?
- 8.2. Como se informou? (1) Jornal; (2) Palestra-dia de campo; (3) Técnico; (4) Vizinho; (5) Padre ou pastor; (99) Outro
- 8.3. Você sabe em que a cultivar GM difere da cultivar não transgênica? (1) Sim; (2) Não. Em caso positivo, você saberia dizer em que diferem?
- 8.4. Qual sua opinião sobre o impacto dos transgênicos para o ambiente? (1) Faz mal; (2) Faz bem; (3) Não sei; (4) Indiferente; (99) Outro
- 8.5. Qual sua opinião sobre o impacto dos transgênicos para alimentação/saúde? (1) Bom; (2) Ruim; (3) Não sei; (4) Indiferente; (99) Outro
- 8.6. Qual sua opinião sobre o impacto dos transgênicos para a agricultura? (1) É uma boa opção; (2) Não é uma boa opção; (3) Não sei; (4) Indiferente; (99) Outro
- 8.7. Quais variedades crioulas suas que existiam antes e hoje não existem mais?
- -
 -
 -
- 8.8. Por que se perderam? (1) Seca; (2) Má qualidade da semente; (3) Não multipliquei; (4) Excesso de chuva; (5) Não adaptou ao ambiente; (6) Deixei a agricultura; (7) Cruzou com outros milhos; (8) Prefere híbridos; (99) Outros
- -
 -
 -

8.9. Tem dificuldade em preservar sua(s) variedade(s) de milho crioulo? Quais são as dificuldades?

8.10. Já observou deformações em suas variedades crioulas? Existem algumas que são novas? Como são (descreva-as)?

a.

b.

c.

d.

9. REDES

9.1. Para quem já forneceu a variedade crioula (colocar o nome, comunidade/instituição, município/estado, quantidade e ano)?

a.

b.

c.

d.

9.2. Qual e Quando foi a última feira de semente que você participou?

9.3. Qual e Quando foi a última feira de semente que você levou semente pra trocar?

9.3.1. De quais variedades e qual a quantidade?

a.

b.

c.

d.

9.3.2. Pegou sementes de outras pessoas? (1) Sim; (2) Não

9.3.2.1. Em caso positivo, quais variedades e qual quantidade?

a.

b.

c.

d.

9.3.2.2. Em caso positivo como escolheu? (1) Tipo de Grão; (2) Cor de Grão; (3) Uso; (4) Rendimento; (5) Acamamento; (6) Sadias; (7) Altura da Planta; (8) Enraizamento; (9) Arranjo de Fileira; (10) Empalhamento; (99) Outro

a.

b.

c.

d.

9.3.2.3. Com base em qual critério escolheu as sementes? (1) Pelo agricultor; (2) Local perto; (3) Local longe; (4) Indiferente; (99) Outros?

- a.
- b.
- c.
- d.

10. IDENTIFICAÇÃO DE PARENTES SILVESTRES DO MILHO (Dente de Burro/Teosinto)

10.1. Dados Gerais

10.1.1. Nome Local:

10.1.2. Significado do Nome Local:

10.1.3. Conhece outros nomes dele?

10.1.4. Em que ano foi a primeira incidência dos parentes silvestres no campo?

10.1.5. Qual a origem dele? (1) Herança; (2) Vizinho (colocar nome e local onde a pessoa mora); (3) Parente (colocar nome e local onde a pessoa mora); (4) Feira de Sementes; (5) De Algum Órgão Público (Epagri; Embrapa; Conab); (6) Agropecuária; (7) Sindicato; (8) Não lembra; (99) Outro

10.1.6. Como é?

10.1.6.1. Pubescência (presença de pêlos nas folhas)

10.1.6.2. Cor das Folhas

10.1.6.3. Cor dos Grãos

10.1.6.4. Quantidade de Ramificações

10.1.6.5. Altura

10.1.7. Já tinha visto antes em outro lugar? Onde?

10.1.8. Conhece alguém mais que tem? Quem (Nome e Comunidade)?

10.2. Manejo

10.2.1. É cultivado, espontâneo ou ambos?

10.2.2. Espontâneo:

10.2.2.1. Em que campos aparece? (1) Pastagem; (2) Culturas de milho; (3) Ambos; (99) Outro

10.2.2.2. Predomina em: (1) Terras Altas; (2) Terras Baixas; (3) Ambas; (99) Outro

10.2.2.3. Em quantos locais aparecem na propriedade?

10.2.2.4. Quais os tamanhos das áreas de incidência?

10.2.2.5. Frequência da incidência: (1) Alta (maior parte da área); (2) Baixa (menor parte da área); (99) Outro

10.2.2.6. Entre que estações/meses aparece?

10.2.2.7. Aparece todos os anos? (1) Sim; (2) Não

10.2.2.8. Acha que aparece por alguma razão?

10.2.2.9. Se aparece mais em anos secos ou de chuva?

10.2.2.10. Anos quentes ou frios?

10.2.2.11. Faz algum controle? Qual?

10.2.2.12. Existem plantas de teosinto cruzadas com milho? Como são?

10.2.2.13. Existem plantas de milho cruzadas com teosinto? Como são?

10.2.3. Cultivados:

10.2.3.1. Quantidade de semente que plantou o ano passado?

10.2.3.2. Qual a área plantada?

10.2.3.3. Em qual área: (1) Terras Altas; (2) Terras Baixas; (3) Ambas; (99) Outro

10.2.4. Guarda sementes de uma safra para outra? Qual quantidade?

10.2.5. Faz seleção?

10.2.6. Como e onde guarda as sementes?

10.2.7. Quando planta (mês)?

10.2.8. Existem plantas de teosinto cruzadas com milho? Como são?

10.2.9. Existem plantas de milho cruzadas com teosinto? Como são?

10.3. Características Agronômicas

10.3.1. Época de Florescimento (mês)

10.3.2. Época de Sementes (mês)

10.4. Usos

10.4.1. Para que usa?

10.4.2. Quais são os motivos para usar? (1) Rendimento; (2) Maciez; (3) Maior quantidade do leite; (4) Não precisa comprar semente; (99) Outro

10.5. Resistência ou Tolerância a Estresses Bióticos e Abióticos

10.5.1. Resistência: (1) Seca; (2) Temperatura Alta; (3) Temperatura Baixa; (4) Salinidade; (5) Alagamento; (6) pH ácido do Solo; (99) Outro

10.5.2. Indicar Resistência a Doenças

10.5.3. Indicar Resistência a Pragas:

11. OBSERVAÇÕES DO PESQUISADOR

APÊNDICE B - Cartilha para descrição dos milhos durante as entrevistas a agricultores

1- TIPO DE GRÃO



Figura 18. Tipo de endosperma de acordo com a seguinte codificação dentado - 1, semidentado - 2, duro - 3, semiduro - 4, enrugado, também denominado doce - 5, farináceo - 6, opaco - 7, pipoca - 8, tunicata - 9.

2- ARRANJO DOS GRÃOS NAS ESPIGAS



Figura 17. Classificação qualitativa do arranjo dos grãos nas espigas de acordo com a modificação: 1 – Reto ou levemente recurvado, 2 – em espiral e 3 – entrelaçado.

3- TIPO DE ESPIGA



Figura 15. Classificação de espiga de acordo com o formato nos seguintes tipos: cilíndrica - CL, cônica - CO; cônica-cilíndrica - CC, redonda - RE.

**APÊNDICE C – Quadro das Variedades locais analisadas com GbS
segundo código, tipo e grupo NJ e Município**

Código	Tipo	Grupo NJ	Município
2021A	Pipoca	III	Anchieta
2021T	Teosinto	II	Anchieta
2028A	Comum	I	Anchieta
2029A	Comum	I	Anchieta
2059A	Pipoca	III	Anchieta
2070B	Comum	I	Anchieta
2076C	Comum	I	Anchieta
2076E	Comum	I	Anchieta
2078B	Comum	I	Anchieta
2078T	Teosinto	II	Anchieta
2091A	Pipoca	III	Anchieta
2093A	Pipoca	III	Anchieta
2093D	Comum	I	Anchieta
2099T	Teosinto	II	Anchieta
2101B	Pipoca	III	Anchieta
2105C	Comum	I	Anchieta
2105I	Comum	I	Anchieta
2109A	Comum	I	Anchieta
2109G	Comum	I	Anchieta
2139C	Pipoca	III	Anchieta
2150A	Pipoca	III	Anchieta
2170B	Comum	I	Anchieta
2170C	Comum	I	Anchieta
2178X	Pipoca	III	Anchieta
2204X	Pipoca	III	Anchieta
2241A	Pipoca	III	Anchieta
2241J	Pipoca	II	Anchieta
2244T	Teosinto	II	Anchieta
2255A	Doce	I	Anchieta
2255B	Pipoca	III	Anchieta
2279D	Pipoca	III	Anchieta
2291B	Pipoca	III	Anchieta
2293A	Pipoca	III	Anchieta
2315A	Comum	I	Anchieta
			(Continua)

Código	Tipo	Grupo NJ	Município
2329A	Pipoca	III	Anchieta
2329B	Comum	I	Anchieta
2329C	Comum	I	Anchieta
2339A	Pipoca	III	Anchieta
2358A	Pipoca	III	Anchieta
2359B	Pipoca	III	Anchieta
2360X	Pipoca	III	Anchieta
2364B	Comum	I	Anchieta
2376A	Pipoca	III	Anchieta
2379B	Pipoca	III	Anchieta
2379T	Teosinto	II	Anchieta
2393B	Pipoca	III	Anchieta
2406A	Pipoca	III	Anchieta
2433A	Comum	I	Anchieta
2433D	Comum	I	Anchieta
2433G	Pipoca	III	Anchieta
2433J	Comum	I	Anchieta
2438T	Teosinto	II	Anchieta
2514D	Doce	I	Anchieta
2517F	Pipoca	III	Anchieta
2526B	Comum	I	Anchieta
2529A	Comum	I	Anchieta
2563A	Comum	III	Anchieta
2566A	Pipoca	III	Anchieta
2600B	Comum	I	Anchieta
2604B	Pipoca	III	Anchieta
2618X	Pipoca	III	Anchieta
1015A	Pipoca	III	Guaraciaba
1051C	Pipoca	III	Guaraciaba
1093X	Comum	I	Guaraciaba
1110A	Pipoca	III	Guaraciaba
1119Y	Pipoca	III	Guaraciaba
1160C	Comum	I	Guaraciaba
1160X	Comum	I	Guaraciaba
1161A	Comum	I	Guaraciaba
1164B	Pipoca	III	Guaraciaba
1164C	Comum	I	Guaraciaba
			(Continua)

Código	Tipo	Grupo NJ	Município
1172D	Pipoca	III	Guaraciaba
153AD	Comum	I	Guaraciaba
169AD	Comum	I	Guaraciaba
199T	Teosinto	II	Guaraciaba
205BD	Pipoca	III	Guaraciaba
221X	Comum	I	Guaraciaba
229DD	Pipoca	III	Guaraciaba
283A	Pipoca	III	Guaraciaba
3001T	Teosinto	II	Guaraciaba
302A	Comum	I	Guaraciaba
302D	Comum	III	Guaraciaba
302E	Comum	I	Guaraciaba
302F	Pipoca	III	Guaraciaba
319A	Doce	I	Guaraciaba
319B	Pipoca	III	Guaraciaba
319C	Pipoca	III	Guaraciaba
332A	Comum	I	Guaraciaba
332B	Pipoca	III	Guaraciaba
338B	Comum	I	Guaraciaba
338C	Pipoca	III	Guaraciaba
407C	Pipoca	III	Guaraciaba
412X	Pipoca	III	Guaraciaba
42AC	Comum	I	Guaraciaba
448D	Comum	I	Guaraciaba
458B	Pipoca	I	Guaraciaba
48X	Pipoca	III	Guaraciaba
520T	Teosinto	II	Guaraciaba
574A	Pipoca	III	Guaraciaba
612A	Pipoca	III	Guaraciaba
628A	Pipoca	III	Guaraciaba
648A	Comum	I	Guaraciaba
657A	Comum	I	Guaraciaba
66AD	Pipoca	III	Guaraciaba
688A	Comum	I	Guaraciaba
694B	Comum	I	Guaraciaba
694C	Comum	I	Guaraciaba
717A	Comum	I	Guaraciaba
			(Continua)

Código	Tipo	Grupo NJ	Município
717B	Comum	I	Guaraciaba
741A	Comum	I	Guaraciaba
741B	Doce	I	Guaraciaba
76A	Comum	I	Guaraciaba
76C	Comum	I	Guaraciaba
778B	Pipoca	III	Guaraciaba
778C	Pipoca	I	Guaraciaba
787A	Comum	I	Guaraciaba
787C	Pipoca	III	Guaraciaba
789X	Pipoca	III	Guaraciaba
793A	Pipoca	III	Guaraciaba
841A	Pipoca	III	Guaraciaba
851X	Pipoca	III	Guaraciaba
857A	Comum	III	Guaraciaba
857B	Comum	I	Guaraciaba
857C	Comum	I	Guaraciaba
871A	Pipoca	I	Guaraciaba
880A	Pipoca	III	Guaraciaba
881A	Pipoca	I	Guaraciaba
884B	Pipoca	III	Guaraciaba
895A	Pipoca	III	Guaraciaba
90AP	Pipoca	III	Guaraciaba
90BP	Pipoca	III	Guaraciaba
91AD	Comum	I	Guaraciaba
932A	Pipoca	III	Guaraciaba
956A	Pipoca	II	Guaraciaba
964A	Pipoca	III	Guaraciaba
974A	Comum	I	Guaraciaba
977A	Pipoca	III	Guaraciaba