

Tassiane Terezinha Pinto

A cultura do arroz de sequeiro no Extremo Oeste de Santa Catarina: diversidade, conhecimentos associados e riscos de erosão genética de variedades locais conservadas pela agricultura familiar.

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.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Juliana Bernardi Ogliari.

Florianópolis
2017

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

Pinto, Tassiane Terezinha

A cultura do arroz de sequeiro no Extremo Oeste de Santa Catarina: diversidade, conhecimentos associados e riscos de erosão genética de variedades locais conservadas pela agricultura familiar. / Tassiane Terezinha Pinto ; orientadora, Juliana Bernardi Ogliar , 2017.

175 p.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, Florianópolis, 2017.

Inclui referências.

1. Recursos Genéticos Vegetais. 2. Diversidade arroz de sequeiro. 3. Conservação on farm. 4. Erosão genética. 5. Agrobiodiversidade. I. , Juliana Bernardi Ogliar. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais. III. Título.

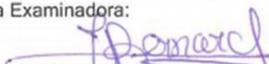
A cultura do arroz de sequeiro no Extremo Oeste de Santa Catarina: Diversidade, conhecimentos associados e riscos de erosão genética de variedades locais conservadas pela agricultura familiar

por

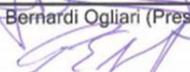
Tassiane Terezinha Pinto

Tese julgada e aprovada em 30/03/2017, em sua forma final, pelo Orientador e membros da Banca Examinadora, para obtenção do título de Doutora em Ciências. Área de Concentração Recursos Genéticos Vegetais, no Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, CCA/UFSC.

Banca Examinadora:



Prof. Dr. Juliana Bernardi Ogljari (Presidente-CAV/UEDESC)



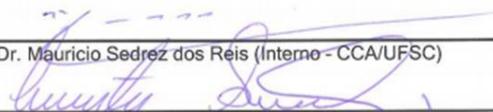
Dr.^a Tereza Cristina de Oliveira Borba (Externo-EMBRAPA/CNPAF)



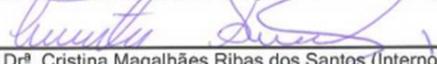
Dr. Rubens Marschalek (Externo - EPAGRI/SC)



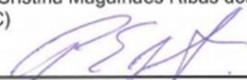
Prof.^a Dr.^a Rosete Pescador (Interno - CCA/UFSC)



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



Prof.^a Dr.^a Cristina Magalhães Ribas dos Santos (Interno - CCA/UFSC)



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

Florianópolis, março de 2017



Dedico

Aos queridos agricultores e agricultoras, que somam esforços para a conservação e valorização da agrobiodiversidade.

AGRADECIMENTOS

Uma tese não se constrói sozinha, agradeço a todos aqueles que de alguma forma compartilharam conhecimentos e sentimentos durante o desenvolvimento deste trabalho, em especial:

Às *famílias de agricultores* que cederam conhecimento, sementes e informações valiosas a respeito de suas variedades e de como encontrar o caminho de retorno à cidade. Também por compartilharem momentos incríveis em rodas de chimarrão e pipoca e por aquele abraço apertado ao final da entrevista, desmontando todas as formalidades construídas.

Ao *Padre Nelson* e à *Elisete*, por me abrigarem durante as viagens de coleta no Oeste, sob uma única condição: ajudar ao próximo em um momento necessário.

Aos parceiros locais em Anchieta: *Ivan Canci* (EPAGRI), *Angie Schenkel Lago* (Comunicação), *Roseli Canci* e agentes de saúde (Secretaria da Saúde), *Leonita de Souza* e *Juliana Pressoto* (Secretaria da Educação), *Ricardo* e *Benício* (Secretaria da Agricultura), *Valdecir Reis* (ASSO) e *Valdecir Cella* (SINTRAF). Aos parceiros locais em Guaraciaba: *Adriano Canci* (Secretaria da Agricultura), *Daiane Dorigon* e agentes de saúde (Secretaria da Saúde) e *Alcenia* (NAES).

À minha orientadora *Juliana Bernardi Ogliari*, por todos os conhecimentos compartilhados, confiança para execução da pesquisa e auxílio no aperfeiçoamento dos capítulos e artigos.

Ao Programa de Pós-graduação em Recursos Genéticos Vegetais e seu corpo docente, essencial nesta jornada de aprendizado sobre genética, diversidade, evolução e conservação de recursos tão preciosos à humanidade. Em especial aos professores *Mauricio Sedrez dos Reis* e *Rubens Onofre Nodari* por todas as disciplinas ministradas e conhecimentos divididos.

À Universidade Federal de Santa Catarina e seus servidores *Bernadete Maria Possebon Ribas*, pelos conselhos dirigidos em importantes momentos e à equipe da Fazenda Experimental da Ressacada, especialmente a *Otávio Maghelly*, *Sebastião Magagnin*, *Clézio Lima* e *Elson de Oliveira* por toda colaboração durante o plantio e avaliações do experimento a campo.

À equipe da Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina, em especial aos senhores *Gilnei Fachin* e *Vitor Costa*, pelo apoio durante o processo de beneficiamento das variedades de arroz.

À equipe da Estação Experimental de Itajaí da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, em especial aos senhores *Rubens Marschalek* e *Samuel Batista dos Santos*, pelo suporte direcionado durante as avaliações de grãos.

Aos amigos do Núcleo de Estudos em Agrobiodiversidade, *Rosenilda de Souza*, *Gabriel Moreno Bernardo Gonçalves*, *Rafael Vidal*, *Wagner Bastos dos Santos Oliveira*, *Betzaida Bernal Rojas*, *Kelly Justin*, *Samuel Kamphorst*, *Guilherme Telésforo Osório* e *Natália Carolina de Almeida Silva* pelos momentos de discussão e trocas de experiências oportunizadas durante estes quatro anos de convívio.

Aos revisores e membros da banca de avaliação pelas valiosas contribuições prestadas nesta etapa final.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos durante o curso de doutorado.

Muito Obrigada!



“Quando olhamos para um grão de arroz, um mero segundo de consciência plena e concentração nos permite enxergar que esse grão contém o mundo inteiro: a chuva, as nuvens, a Terra, o tempo, o espaço, os produtores; tudo. [...] Quando colocamos um grão de arroz na boca, colocamos o universo inteiro dentro dela. Isso só é possível quando paramos de pensar. Ao mastigar um grão de arroz, simplesmente mastigue, para que nenhum pensamento interrompa essa maravilhosa realidade”.

Thich Nhat Hanh.

RESUMO

O arroz apresenta grande importância mundial, estando presente diariamente nas refeições dos brasileiros. Em Santa Catarina, a produção formal de arroz ocorre nas regiões litorâneas em sistema irrigado a partir de cultivares melhoradas por instituições de pesquisa. Todavia, na microrregião do Extremo Oeste de Santa Catarina (EOSC), representada pelos municípios de Anchieta e Guaraciaba, o cultivo deste recurso fitogenético ocorre em sistema de sequeiro. Com objetivo de conhecer a diversidade das variedades locais de arroz de sequeiro conservada no EOSC e dos fatores associados à sua conservação, foram entrevistadas 166 famílias de agricultores do EOSC identificadas como mantenedoras de variedades de arroz de sequeiro. Entre as famílias entrevistadas, 86 ainda cultivavam anualmente suas variedades e foram questionadas sobre características de sua variedade, tais como origem, tempo de cultivo, valores de uso e caracteres morfológicos e agrônômicos, além dos métodos de cultivo e seleção praticados. Outras 59 famílias não cultivavam mais suas variedades e foram questionadas sobre os motivos relacionados à perda de sementes ou ao abandono do cultivo. De forma geral, os mantenedores das variedades locais de arroz de sequeiro conservadas no EOSC são homens, com idade acima de 50 anos, com ensino fundamental incompleto, de ascendência italiana ou alemã, com renda oriunda de produtos ou serviços da agropecuária e associado à alguma organização social. As famílias residem na região, em média, há 30 anos e são compostas por 3 a 4 familiares residentes na propriedade rural. As famílias entrevistadas mantinham 112 variedades locais, dentre as quais 105 foram doadas para estudos e estão armazenadas no banco de sementes do Núcleo de Estudos em Agrobiodiversidade/UFSC). A produção ocorre em pequenas propriedades rurais com diferentes níveis de declividade, baixa mecanização e intensa mão de obra. As variedades são produzidas em uma mesma propriedade, em média, há 12 anos, essencialmente para o autoconsumo da família. Os nomes das variedades referenciam principalmente a morfologia de grãos e algumas variedades não são denominadas pelos agricultores. A principal forma de obtenção de sementes foi por doações de vizinhos ou de parentes. Foram encontrados nove grupos morfológicos, com base na descrição dos agricultores para o formato e cor dos grãos. Tal diversidade mapeada geograficamente apontou 18 regiões com elevada diversidade, consideradas prioritárias para execução de projetos integrados de conservação. Para as famílias que não conservam mais suas variedades, a seca, o trabalho exaustivo na condução da lavoura e a baixa

produtividade das variedades foram os principais motivos associados à perda de sementes ou ao abandono do cultivo. Tais razões evidenciam que mudanças climáticas e mudanças socioculturais nas famílias residentes no EOSC têm agravado a erosão genética deste recurso fitogenético. Entre os atuais mantenedores das variedades locais, 48 praticam a seleção, por meio de métodos capazes de manter a adaptação local das variedades. Com base na análise de agrupamento (realizada a partir do índice de Jaccard e agrupamento UPGMA), nota-se a inexistência de práticas diferenciadas entre os agricultores. A caracterização com base nos descritores mínimos para a cultura do arroz, realizada em 60 variedades coletadas (acessos) no EOSC, apontou a existência de diversidade entre e dentro. Com base nos caracteres cor da pálea e lema, presença de aristas, pubescência das glumelas, formato de grão integral e cor de grão integral, foram encontrados 21 grupos morfológicos, distribuídos de forma aleatória na área de estudo. A análise agrupamento (realizada a partir da distância Euclidiana e agrupamento UPGMA) identificou quatro grupos e o isolamento de quatro variedades, que estão distribuídas geograficamente de forma aleatória nos municípios de estudo. Com base na caracterização morfológica, também foi possível identificar acessos com características pertencentes aos principais subgrupos da espécie *Oryza sativa* L., índica e japônica, bem como acessos com características intermediárias a esses subgrupos. Em suma, a conservação *in situ - on farm* das variedades de arroz de sequeiro, realizada por diferentes gerações de agricultores, promove a segurança alimentar das famílias do EOSC. As práticas de manejo genético aliadas às condições ambientais da região permitiram a manutenção de adaptações locais, imprescindíveis para a contínua conservação das variedades no EOSC. As diferenças verificadas entre e dentro dos acessos avaliados são ponto de partida para estruturação de um programa de melhoramento genético participativo, como uma das formas de incentivo a produção desse recurso fitogenético na região e valorização da agrobiodiversidade e da cultura local.

Palavras-chave: *Oryza sativa* L.; variedades locais; diversidade genética de arroz de sequeiro; erosão genética; conservação *in situ - on farm*; melhoramento genético participativo; Extremo Oeste de Santa Catarina.

ABSTRACT

Rice is a grain with worldwide importance, being present daily in Brazilian meals. In Santa Catarina, most of the rice production occurs mainly in coastal regions, through an irrigated system and by improved cultivars provided by research institutions. However, in the western microregion of Santa Catarina (EOSC), represented by the municipalities of Anchieta and Guaraciaba, the cultivation of this grain occurs by upland system. In order to know the diversity of landraces from upland rice conserved at EOSC, and also the factors associated with its conservation, 166 EOSC families farmers, identified as maintainers of upland rice varieties were interviewed. Among the families, 86 still cultivated their varieties annually. They were questioned about characteristics of their variety, such as: origin, cultivation time, use values, morphological and agronomic characters, as well as the cultivation and the selection methods practiced. 59 families, no longer cultivated their varieties and were questioned about the reasons related to the loss of seeds or the abandonment of the cultivation. In general, the maintainers of the local upland rice varieties kept in the EOSC are men, aged over 50, with incomplete elementary education, being Italian or German descent, with money income from agricultural products or services and associated with some social organization. These families live in the region on average for 30 years and are composed of 3 or 4 family members residing on the farm. The families interviewed maintained 112 landraces (105 were donated for studies and are stored in the seed bank of the Núcleo de Estudos em Agrobiodiversidade/Universidade Federal de Santa Catarina – NEAbio/UFSC). The production takes place in small farms with different levels of slopes, low mechanization and intense labor. The varieties are produced in the same property, on average for 12 years, essentially for the family's own consumption. The names of the varieties refer mainly to the morphology of grains and some varieties are not denominated by their farmers. The principal method to obtaining seeds was by donations from neighbors or relatives. Nine morphological groups were found, based on the farmers' description of the shape and color of the grains. This geographically mapped diversity indicated 18 regions with high diversity, considered as priorities for the implementation of integrated conservation projects. For families that no longer conserve their varieties, the main reasons associated with seed loss or crop abandonment were drought, exhaustive farming and low yields of varieties. These reasons show that climate change and

sociocultural changes in families living in the EOSC have aggravated the genetic erosion of this plant genetic resource. Among the present maintainers of the landraces, 48 practice selection, by means of methods able to maintain the local adaptation of the varieties. Based on the clustering analysis (performed from the Jaccard index and UPGMA grouping) we can note the lack of differentiated practices among farmers. The characterization based on the minimum descriptors for rice cultivation in 60 varieties collected (accesses) in the EOSC pointed to the existence of diversity between and within. Based on the characters color of the pappus and lemma, presence of edges, pubescence of the glumes, integral grain shape and color of whole grain were found 21 morphological groups, distributed randomly by the municipalities where the study was developed. The cluster analysis (performed from the Euclidean distance and UPGMA grouping) identified four groups and the isolation of four varieties, which are also distributed geographically randomly in the study area. Based on the morphological characterization, it was also possible to identify accesses with characteristics belonging to the main subgroups of the species *Oryza sativa* L., indica and japonica, as well as accesses with intermediary characteristics to these subgroups. In short, the in situ conservation - on farm of the rice varieties of rainforest, carried out by different generations of farmers, promotes the food security of the EOSC families. Genetic management practices combined with the environmental conditions of the region allowed for the maintenance of local adaptations, essential for the continuous conservation of varieties in the EOSC. The differences verified between and within the access evaluated are the starting point for structuring a participatory genetic breeding program as one of the ways to encourage the production of this plant genetic resource in the region and the valorization of agrobiodiversity and local culture.

Keywords: *Oryza sativa* L.; landraces; Phenotypic characterization; Genetic diversity of rice; Genetic erosion; on farm conservation; in situ conservation.

LISTA DE FIGURAS

Contextualização e Estruturação da Tese

- Figura 1.** Possíveis origens das diferentes espécies de arroz cultivado (*O. sativa* e *O. glaberrima*). Modificado de Khush (2000).....28
- Figura 2.** Localização dos municípios Anchieta e Guaraciaba no Extremo Oeste de Santa Catarina (EOSC)41

Capítulo I

- Figura 1.** Distribuição geográfica da diversidade de variedades de arroz de sequeiro, segundo a morfologia de grão no EOSC, 2013-201573
- Figura 2.** Motivos de perda de sementes ou abandono do cultivo de variedades locais de arroz de sequeiro citados por agricultores no EOSC, anos 2013-201581

Capítulo II

- Figura 1.** Agrupamento de 86 agricultores mantenedores de variedades locais de arroz de sequeiro gerado a partir do índice de Jaccard e método de agrupamento UPGMA, calculados com base em 22 variáveis do manejo fitotécnico e genético. Correlação Cofenética = 0,82114

Capítulo III

- Figura 1.** Cores e formatos de grãos integrais de variedades locais de arroz de sequeiro conservadas no EOSC139
- Figura 2.** Distribuição geográfica dos grupos morfológicos identificados com base em descritores de cariopse e grão143
- Figura 3.** Agrupamento das 60 variedades locais de arroz de sequeiro conservadas no EOSC e três cultivares comerciais da EMBRAPA gerado a partir da distância euclidiana e método de agrupamento UPGMA, calculados com base em 31 variáveis morfológicas, fenológicas e agrônômicas. Correlação Cofenética = 0,82148

Figura 4. Representação dos dois primeiros componentes principais que explicam 45,28% da variação total, extraídos da análise de 12 variáveis morfológicas, fenológicas e agronômicas de 60 variedades locais de arroz de sequeiro conservadas no EOSC e três cultivares comerciais. Números romanos (I, II, III e IV) indicam as posições aproximadas dos grupos visualizados na análise de agrupamento151

LISTA DE TABELAS

Capítulo I

Tabela 1. Características socioculturais dos agricultores(as) mantenedores(as) de variedades locais de arroz de sequeiro no EOOSC, 2013-201560

Tabela 2. Identificação das variedades locais de arroz de sequeiro conservadas no EOOSC, 2013-201566

Tabela 3. Origem das sementes e tempo de conservação pela família entrevistada das variedades locais de arroz de sequeiro conservadas no EOOSC, 2013-201570

Tabela 4. Grupos morfológicos identificados com base no formato e cor de grão integral de variedades locais do EOOSC, 2013 – 201572

Tabela 5. Valores de uso e preferências das variedades locais de arroz de sequeiro conservadas no EOOSC, 2013-201577

Capítulo II

Tabela 1. Variáveis de manejo fitotécnico e genético de variedades locais de arroz de sequeiro realizadas por agricultores do EOOSC utilizadas para análise de cluster, 2013 – 2015101

Tabela 2. Práticas de manejo das variedades locais de arroz de sequeiro conservadas no EOOSC, 2013 – 2015.....106

Capítulo III

Tabela 1. Dados climáticos (médias, máximas e mínimas) para a região de Florianópolis no período de 17/12/2015 a 17/03/2016. Dados coletados via site INMET.....127

Tabela 2. Descritores morfológicos, seus diferentes estados, fase de avaliação e referência 129

Tabela 3. Média, desvio padrão e coeficiente de variação (CV%) de 10 características morfológicas quantitativas avaliadas em 60 variedades locais de arroz de sequeiro do EOSC e três cultivares comerciais136

Tabela 4. Grupos morfológicos baseados em características morfológicas de grãos e as variedades representantes141

Tabela 5. Classificação das variedades locais de arroz de sequeiro conservadas no EOSC, quanto aos subgrupos Japônica e Índica da espécie *Oryza sativa*144

Tabela 6. Correlação entre as variáveis e os eixos do PCA e os percentuais de explicação da variação total152

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADM-GBA: Associação Central de Desenvolvimento das Microbacias Hidrográficas de Guaraciaba
ASCOOPER: Associação das Cooperativas e Associações de Produtores Rurais do Oeste Catarinense
ASSO: Associação dos pequenos agricultores plantadores de milho crioulo orgânico e derivados
BAG: Banco Ativo de Germoplasma
CCA: Centro de Ciências Agrárias
CDB: Convenção para a Diversidade Biológica
CEPA: Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola
CGEN: Conselho de Gestão do Patrimônio Genético
CIDASC: Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina
CONAB: Companhia Nacional de Abastecimento
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
IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IÖW: Institut für ökologische Wirtschaftsforschung
IRRI: International Rice Research Institute
MDA: Ministério do Desenvolvimento Agrário
MMA: Ministério do Meio Ambiente
MMC: Movimento de Mulheres Camponesas
NEABio: Núcleo de Estudos de Agrobiodiversidade
RGV: Recursos Genéticos Vegetais
ROLAS: Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solos
SOSBAI: Sociedade Sul Brasileira de Arroz Irrigado
SINTRAF: Sindicato dos Trabalhadores na Agricultura Familiar
TIRFAA: Tratado Internacional de Recursos Fitogenéticos para Alimentação e Agricultura
UFSC: Universidade Federal de Santa Catarina

SUMÁRIO

I. INTRODUÇÃO.....	23
II. OBJETIVOS.....	25
2.1 Objetivo geral.....	25
2.2 Objetivos específicos	25
III. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	27
3.1 A espécie <i>Oryza sativa</i> L.	27
3.1.1 Origem e domesticação	27
3.1.2 Características da espécie <i>O. sativa</i> L.	30
3.1.3 Sistemas de cultivo	31
3.1.4 Introdução e produção do arroz no Brasil	32
3.1.5 Status da conservação ex situ e melhoramento genético	34
3.2 Conservação da Agrobiodiversidade.....	36
3.2.1 Conservação <i>in situ</i> – <i>on farm</i>	36
3.2.2 Erosão genética	38
3.2.3 Agricultura familiar e conservação da agrobiodiversidade no Extremo Oeste de Santa Catarina.....	39
IV. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43
CAPÍTULO I.....	51
Conservação on farm de variedades locais de arroz de sequeiro no EOSC.....	51
1. Introdução	52
2. Material e Métodos.....	55
2.1 Local de estudo	55
2.2 Identificação das famílias mantenedoras e variedades conservadas	55
2.3 Análise e distribuição da diversidade.....	57

3. Resultados e Discussão	59
3.1 Perfil dos mantenedores	59
3.2 Denominação, origem e tempo de cultivo das variedades	64
3.3 Diversidade morfológica e sua distribuição geográfica	70
3.4 Valores de usos e preferências	75
3.5 Fatores facilitadores da erosão genética.....	80
4. Considerações finais	86
5. Referências Bibliográficas	88
CAPÍTULO II	95
Práticas utilizadas por agricultores familiares do Extremo Oeste de Santa Catarina na gestão da diversidade de variedades locais de arroz de sequeiro.....	95
1. Introdução	96
2. Material e Métodos	99
3. Resultados e Discussão	103
3.1 Características da área e práticas culturais envolvidas na produção do arroz de sequeiro no EOSC.....	103
3.2 Manejo genético das variedades locais de arroz de sequeiro	109
3.3 Análise de agrupamento.....	113
4. Considerações finais	116
5. Referências Bibliográficas	117
CAPÍTULO III.....	121
Caracterização da diversidade fenotípica de variedades locais de arroz de sequeiro conservadas pela agricultura familiar no Extremo Oeste de Santa Catarina.....	121
1. Introdução	123
2. Material e Métodos	126

2.1 Material Vegetal.....	126
2.2 Desenho Experimental e caracterização das variedades	126
2.3 Análises estatísticas.....	132
3. Resultados e Discussão	133
3.1 Diversidade fenotípica das variedades	133
3.1.1 Plantas	133
3.1.2 Panícula e grão	137
3.2 Estrutura da diversidade	147
3.3 Indicações para o melhoramento genético participativo	156
4. Conclusões	157
5. Referências Bibliográficas	158
V. PLANO INTEGRADO DE CONSERVAÇÃO.....	163
VI. ANEXOS.....	165

CONTEXTUALIZAÇÃO E ESTRUTURAÇÃO DO ESTUDO

I. INTRODUÇÃO

Sendo um dos grãos mais consumidos mundialmente, o arroz é produzido nos cinco continentes em uma diversidade de ambientes e condições agrícolas. Apesar da espécie *Oryza sativa* L. ser um recurso fitogenético originário da Ásia (Khush 1997) e, portanto, uma cultura exótica no Brasil e nas Américas, o arroz cultivado em terras brasileiras possui atributos e adaptações diferenciadas, em vista das condições dos agrossistemas brasileiros serem distintas daquelas existentes nas regiões de origem.

O arroz é a terceira maior cultura anual em área plantada no Brasil (CONAB 2017). A estimativa para safra nacional de 2016/2017 informa uma área plantada de cerca de 2.000.000 hectares e uma produção de 11.865,2 mil toneladas. A região Sul é responsável por cerca de 81,6% da produção nacional, sendo os maiores produtores os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CONAB 2017).

Em Santa Catarina, a orizicultura está baseada no sistema irrigado de produção, introduzido por imigrantes italianos no começo do século XX, no Vale do Itajaí, em decorrência das características da própria região, que apresenta solos argilosos e mal drenados (Rubin & Dutra 2015). Atualmente, o estado é o segundo maior produtor nacional, em decorrência da expansão das áreas cultivadas, financiadas pelo programa nacional Próvarzeas (Brasil 1986), na década de 70, e da utilização de cultivares melhoradas pela Epagri, empresa estadual responsável pelo programa de melhoramento genético do arroz em Santa Catarina (Marschalek *et al.* 2008).

Por outro lado, a produção do arroz em sistema de sequeiro, que difere do irrigado por não ser conduzido em áreas alagadas, é praticamente inexistente em documentos oficiais do estado catarinense. Todavia, a partir desse sistema de cultivo, variedades locais de arroz são produzidas na microrregião do Extremo Oeste de Santa Catarina (EOSC), representada pelos municípios de Anchieta e Guaraciaba. O cultivo ocorre em pequenas propriedades agrícolas, com a produção voltada inteiramente para o consumo da família (Guadagnin & Guadagnin 2004).

Assim como em outras regiões do estado catarinense, a agricultura do EOSC está baseada na propriedade familiar, com terras de extensões de até quatro módulos fiscais. Além das atividades rurais que

geram lucros para a propriedade, tais como a pecuária leiteira, a suinocultura, o cultivo de grãos como milho e soja e a produção de citrus e eucalipto, as famílias do EOSC cultivam diferentes espécies vegetais, que são utilizadas essencialmente para o consumo do núcleo familiar e para a venda em circuitos curtos de comercialização. Essas espécies, incluindo o arroz de sequeiro, geralmente, são cultivadas a partir de sementes adquiridas com familiares ou vizinhos, conservadas na região ao longo de várias gerações. Esta forma de conservação, realizada pelos agricultores em suas propriedades rurais, é conhecida como conservação *on farm* e permite a evolução das espécies e variedades em sintonia com o ambiente de cultivo e com os gostos dos agricultores (Maxted *et al.* 1997).

A conservação *on farm* de recursos genéticos para a alimentação da própria família produtora tem enfrentado vários desafios, tanto de cunho ambiental como sociocultural. Na esfera ambiental, mudanças nos padrões de chuva, secas frequentes, baixa fertilidade do solo, solos ácidos e surtos de pragas e doenças são algumas das variações que têm limitado a produção e a produtividade dos cultivos em pequena escala (Ogliari *et al.* 2013). Por outro lado, na esfera sociocultural, mudanças no estilo de vida das famílias rurais vêm reduzindo o cultivo de culturas “menores”, aquelas que não são utilizadas como meio de sustento financeiro da família, ocasionando perdas à agrobiodiversidade. Aliado a estes enfrentamentos, a pesquisa e o melhoramento genético de arroz no Sul do Brasil estão baseados exclusivamente em cultivares adaptadas ao sistema irrigado, sendo escassos os estudos a respeito das práticas de manejo e da diversidade de variedades produzidas em sistemas de sequeiro. A ausência de conhecimentos a respeito do status da produção e da diversidade do arroz de sequeiro cultivado por agricultores familiares do Extremo Oeste de Santa Catarina foi a premissa para o desenvolvimento deste estudo.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Proporcionar subsídios para elaboração de estratégias integradas de conservação *in situ* – *on farm* e *ex situ* e bases para o melhoramento genético participativo de variedades locais de arroz de sequeiro conservadas pela agricultura familiar do Extremo Oeste de Santa Catarina

2.2 Objetivos específicos

I. Conhecer o perfil sociocultural dos agricultores(as) responsáveis pela conservação das variedades locais de arroz de sequeiro;

II. Identificar a riqueza, a diversidade morfológica e os valores de usos e preferências das variedades com base na descrição dos agricultores;

III. Mapear a distribuição geográfica da diversidade, a fim de priorizar áreas para as estratégias integradas de conservação, identificar os agricultores nodais e possíveis locais para desenvolvimento das atividades de melhoramento genético participativo das variedades;

IV. Compreender quais são os fatores facilitadores da erosão genética deste recurso na região de estudo, a fim de propor medidas capazes de resolver ou amenizar estes processos;

V. Identificar as práticas culturais empregadas no manejo fitotécnico e genético das variedades e compreender como as mesmas atuam na estruturação e manutenção da diversidade das populações locais de arroz de sequeiro;

VI. Caracterizar a diversidade fenotípica, visando à identificação dos subgrupos de *O. sativa* presentes no EOSC e de acessos potenciais para inclusão em projetos de melhoramento genético participativo.

III. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 A espécie *Oryza sativa* L.

3.1.1 Origem e domesticação

O arroz é uma angiosperma monocotiledônea, pertencente à família Poaceae, subfamília Ehrhartoideae (Sinônimo: Oryzoideae), tribo Oryzeae e gênero *Oryza* (Barker *et al.* 2001). Atualmente, o gênero *Oryza* compreende 27 espécies, que apresentam uma grande diversidade de adaptações ecológicas (GRISP 2013). As principais características morfológicas que definem o gênero são lemas estéreis e rudimentares, espiguetas bissexuais e folhas lineares, estreitas, herbáceas com margens escabrosas, sendo a espiguetas uma das principais estruturas de distinção entre as espécies (Vaughan 1989).

A grande distribuição dos parentes silvestres do arroz pela Ásia, África, Austrália e nas Américas Central e do Sul sugere que a origem do arroz seja o velho continente da Gondwana, há aproximadamente 130 milhões de anos, e que após a fragmentação do grande continente, as espécies do gênero *Oryza* derivaram em diferentes localidades geográficas (Khush 1997).

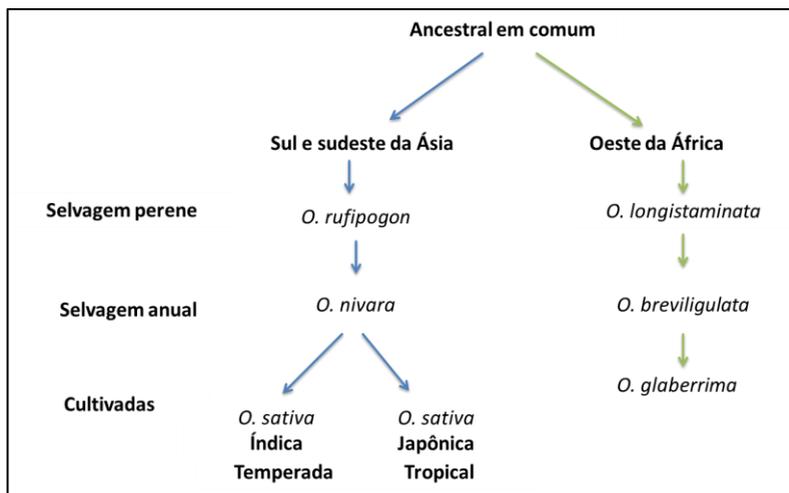
A domesticação do arroz pode ter ocorrido de forma independente e simultânea em vários locais da Ásia, há aproximadamente 9.000 anos atrás (Khush 1997). Inicialmente, o arroz era cultivado em clareiras, em um sistema de agricultura itinerante, com semeadura direta e sem alagamento do solo (Khush 1997). Foi na China que os processos de cultivo sob lâminas de água e transplante de plântulas foram refinados, tornando o arroz totalmente domesticado (Khush 1997).

Dentre as espécies do gênero, apenas duas são cultivadas atualmente: a *Oryza sativa* L., cultivada no mundo todo, e a *Oryza glaberrima* Steud., cultivada especialmente no Oeste da África (Vaughan 1989). Khush (2000) coloca que a evolução destas duas espécies é um exemplo de evolução paralela em plantas de cultivo. Supõe-se que a espécie *O. sativa* teria provável origem a partir da espécie selvagem asiática *O. rufipogon*, enquanto a espécie *O. glaberrima* teria origem na espécie selvagem africana *O. longistaminata* (Figura 1) (Khush 2000). Legitimando esta hipótese, Londo *et al.* (2006) avaliaram alterações na sequência de DNA em genes cloroplastidiais e nucleares de 203 cultivares de *O. sativa* e 129 populações de *O.*

rufipogon. Os autores sugerem a ocorrência de eventos duplos de domesticação a partir de *O. rufipogon*, culminando com as duas principais subespécies de arroz, *índica* e *japônica*. Gross & Zhao (2014) corroboram com esta hipótese, apresentando dados arqueológicos a respeito da dupla domesticação de *O. rufipogon*.

Choi *et al.* (2017) discutem que as diferentes subespécies de *O. sativa* tiveram origens distintas, mas a domesticação teria ocorrido apenas uma vez, na subespécie japônica. Segundo os autores, as hibridizações posteriores entre japônica e proto-índica e proto-aus teriam transferido os alelos domesticados da japônica para as outras subespécies.

Figura 1. Possíveis origens das diferentes espécies de arroz cultivado (*O. sativa* e *O. glaberrima*).



Fonte: Modificado de Khush (2000).

A diversificação ecológica da espécie *O. sativa*, promovida inicialmente pela hibridização, foi reforçada com o cultivo e a seleção de variedades em ambientes bastante contrastantes (GRISP 2013). A análise de 370 milhões de pares de base do genoma de *O. sativa* (subespécie Índica) aponta que 47% dos genes são encontrados em 10 blocos gênicos, indicando que a espécie é um paleopoliploide e que após as duplicações do genoma, o mesmo passou por uma série de rearranjos e deleções cromossômicas em larga escala, finalmente apresentando o

caráter diploide (Wang *et al.* 2005). Possivelmente, devido a esta origem poliploide, *O. sativa* apresenta uma valiosa diversidade genética que possibilitou adaptações às mais variadas condições ambientais. Dimensionando esta diversidade, Khush (1997) estima a existência de 120 mil variedades de arroz no mundo.

Tradicionalmente, com base em caracteres como tolerância a seca, resistência a cloreto de potássio, reação a fenol, altura de plantas e cor das folhas (Oka 1988), a espécie *O. sativa* diferencia-se em dois subgrupos, conhecidos como *índica* e *japônica*. Entretanto, por diferentes razões, algumas variedades não são bem alocadas nestes subgrupos (Khush 1997).

Por outro lado, considerando a estrutura genética de populações, a espécie *O. sativa* pode ser subdividida em outros grupos além do *índica* e *japônica*, e esta classificação varia de acordo com o marcador genético utilizado. Glaszmann (1987) identificou seis grupos varietais, sendo eles *índica*, *aus*, *ashwina*, *ryayada*, *aromáticos* e *japônica*. Nesta classificação, *aus*, *rayada* e *ashwina* são pequenos grupos formados a partir do clado *índica*. Já nas últimas décadas, a utilização de novos marcadores, tais como microssatélites (SSR) e polimorfismos de único nucleotídeo (SNP), esclarecem a existência de cinco subgrupos principais. O grupo *índica* foi subdividido nos grupos *índica* e *aus*, enquanto o *japônica* foi subdividido em três, o *japônica tropical*, o *japônica temperado* e o *basmati* (aromáticos) (GRISP 2013). Garris *et al.* (2005) apresentam dados oriundos de 169 marcadores SSR para genes nucleares e 2 locos cloroplastidiais, avaliados em 234 acessos de arroz oriundos de cinco diferentes continentes. Seus resultados apontam a existência de diferenças significativas entre cinco grupos: *índica*, *aus*, *japônica tropical*, *japônica temperado* e *basmati*.

O grupo (I) *índica*, adaptado aos trópicos, caracteriza-se por possuir colmos longos, alta capacidade de perfilhamento, folhas longas e decumbentes, grãos alongados e finos, ciclo de vida longo e mais adaptado ao sistema irrigado (Oka 1988). O grupo (II) *aus* engloba diversas variedades do Nordeste da Índia e Bangladesh, que possuem um número de genes de tolerância a estresses, que estão ausentes nos outros grupos (GRISP 2013). Os grupos (III) *japônica tropical* e (IV) *japônica temperado* apresentam colmos curtos e rígidos, pouca capacidade de perfilhamento, folhas estreitas, grãos curtos e espessos e ciclo de vida curto, além de suas plantas serem mais tolerantes ao frio e mais adaptadas ao sistema de cultivo de sequeiro (Oka 1988); os subgrupos diferem entre si, devido às adaptações às diferentes regiões (propostas em seus nomes *japônica tropical* e *japônica temperado*). Por

fim, o grupo (V) *basmati* é composto por variedades aromáticas, principalmente do Noroeste da Índia e do Paquistão (GRISP 2013).

3.1.2 Características da espécie *Oryza sativa* L.

A espécie *O. sativa* possui 24 cromossomos em suas células somáticas (Kuwada 1910), seu hábito reprodutivo é preferencialmente autógamo, com uma taxa de fecundação cruzada, em geral, inferior a 1% (Roberts *et al.* 1961), sendo a distância máxima do fluxo de pólen de 110 metros a partir planta doadora (Song *et al.* 2004).

Morfologicamente é caracterizada como uma gramínea anual, com colmos arredondados, ocos e articulados, com lâminas foliares sésseis, bastante planas e panícula terminal na fase reprodutiva (Chang & Bardenas 1965). Na maturidade, as plantas apresentam um colmo principal e diversos perfilhos, a altura varia de acordo com a variedade e as condições ambientais, desde plantas anãs com 40 cm até plantas com mais de 5 m, como em algumas variedades flutuantes (GRISP 2013). O ciclo de vida pode ser de três a seis meses e, em geral, são mais ou menos 60 dias na fase vegetativa, 30 dias na fase reprodutiva e 30 dias na fase de amadurecimento dos grãos (Ferraz 1987).

A inflorescência é do tipo panícula, as espiguetas são formadas por glumas estéreis na base, lodículas, lema e pálea (glumas modificadas), que protegem os órgãos sexuais femininos e masculinos (GRISP 2013). Durante a antese, as lodículas tornam-se inchadas e empurram a lema e a pálea, permitindo um alongamento dos estames, que emergem para fora da flor, derramando então os sacos polínicos para o estigma (Chang & Bardenas 1965). O fruto/semente é constituído pela casca protetora (lema e pálea desidratadas) e pela cariopse, que é formada pelo pericarpo, tégmen, camada de aleurona, endosperma e pelo embrião (GRISP 2013). No grão integral, a camada mais externa é o pericarpo. Esta camada é bastante fibrosa e ocorre variação em sua espessura (Chang & Bardenas 1965). A coloração do pericarpo é bastante variável, ocorrendo variedades brancas, vermelhas, roxas, marrons e pretas. Os grãos vermelhos são selvagens em relação aos grãos brancos, sendo que a mudança da coloração avermelhada para a branca ocorre devido a uma única mutação no cromossomo sete (Sweeney *et al.* 2007).

3.1.3 Sistemas de cultivo

A espécie *O. sativa* é cultivada em uma infinidade de locais sob uma grande variedade de condições climáticas. Em algumas áreas, como o Sul da Ásia, a cultura é produzida em minúsculos terrenos com utilização de trabalho manual. Já em outras áreas, como na Austrália e Estados Unidos, a cultura é produzida em terras arrendadas, com o máximo de tecnologia e uso de combustíveis fósseis (GRISP 2013).

Entretanto, apesar da grande variação de condições, os principais sistemas de cultivo são o irrigado (alagamento do solo) e o sequeiro (também conhecido como terras altas). Os sistemas irrigados ocorrem em várzeas sistematizadas com controle da lâmina de água, onde as condições anaeróbicas proporcionam uma série de transformações químicas, microbiológicas e físicas, que influenciam o desenvolvimento da planta de arroz e a absorção de nutrientes (Guimarães & Sant'ana 1999). No sistema de sequeiro, permanece a condição aeróbica de desenvolvimento e a irrigação ocorre por aspersão (Guimarães & Sant'ana 1999).

O arroz de sequeiro é menos exigente em insumos, mais tolerante a solos ácidos e degradados, apresenta também boa capacidade de adaptação a solos corrigidos, podendo ser empregado na recuperação de pastagens e em cultivos de rotação com outras culturas (Ferreira & Villar 2003). A irrigação pode ser suplementar por aspersão ou totalmente dependente da ocorrência da chuva. A utilização de cultivares não adaptadas e de baixo potencial produtivo, aliada ao mau manejo, instabilidade climática e ocorrência de doenças e pragas, torna o arroz de sequeiro uma “cultura de alto risco”, havendo a necessidade de desenvolvimento de cultivares mais adaptadas e produtivas (Guimarães & Sant'ana 1999), bem como a identificação de variedades locais, crioulas ou tradicionais já adaptadas localmente.

No Brasil, as diferenças entre os dois ambientes de cultivo são bastante claras, demandando, inclusive, que diferentes programas de melhoramento com objetivos distintos e base genética diferenciada sejam estabelecidos para cada um deles (Abadie *et al.* 2005). No Sul do país, os estudos estão focados para desenvolvimento de cultivares do sistema irrigado, enquanto no Norte e Nordeste, os produtos, geralmente, são cultivares para sistemas de sequeiro.

3.1.4 Introdução e produção do arroz no Brasil

O Brasil é o maior produtor na América Latina, responsável por quase metade da produção de arroz desse continente, chegando a 45%, nos anos de 2006 a 2010. Depois do Brasil (11,7 milhões t), os maiores produtores são o Peru (2,6 milhões t), a Colômbia (2,4 milhões t) e o Equador (1,6 milhões de t), dados referentes aos anos de 2006 a 2010 (GRISP 2013).

Os principais produtores nacionais são os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, que totalizaram, em 2014/15, 77% da produção nacional, equivalente a nove milhões de toneladas (Padrão 2016).

Fora dos centros de origem e diversidade da espécie *O. sativa*, o Brasil é um dos poucos países que possuem populações extensivas de espécies silvestres de arroz (*O. alta*, *O. grandiglumis*, *O. latifolia* e *O. glumaepatula*), em condições naturais, especialmente, na Amazônia e Pantanal Matogrossense, isoladas dos cultivos comerciais e, portanto, isoladas da introgressão de alelos da espécie cultivada (Rangel *et al.* 2006; Rangel *et al.* 2008). Além das espécies silvestres encontradas em alguns biomas, em praticamente todos os estados são cultivadas variedades tradicionais de arroz, aumentando ainda mais o conjunto gênico deste recurso no país (Rangel *et al.* 2008).

Acredita-se que as primeiras sementes de arroz cultivado tenham sido introduzidas no Brasil, inicialmente no Norte e Nordeste do país, por imigrantes portugueses dos Açores. Tais sementes corresponderiam ao arroz vermelho produzido em Veneza (Itália) e teriam sido disseminadas no Brasil sob o nome de *Arroz Veneza*, *Arroz Vermelho* e *Arroz Província* (Pessoa-Filho *et al.* 2007). Outros autores discutem que as primeiras sementes produzidas no Brasil seriam da espécie *O. glaberrima*, domesticada no Oeste da África e introduzida nas Américas pelos escravos (Carney & Marin 2013).

Em todo caso, as variedades produzidas durante os séculos XVII e XVIII apresentavam grãos de pericarpo avermelhado e serviam como alimento de subsistência para os colonizadores e escravos.

A partir de 1766, inicia-se a produção em terras brasileiras do *Arroz da Carolina*, que apresentava grãos de pericarpo branco. As sementes dessa variedade teriam sido introduzidas de Lisboa, mas eram originárias das lavouras de arroz irrigado localizadas na Carolina do Sul (EUA) (Pereira 2002). Em função dos melhores rendimentos de engenho do arroz branco, a Coroa Portuguesa chegou a proibir o cultivo do arroz vermelho na Província do Maranhão, com graves penas a quem

ainda cultivasse tais variedades (Pereira 2002). A partir disso, o arroz vermelho tornou-se uma cultura de subsistência nas regiões mais interioranas do Brasil (Pereira 2002).

No Sul brasileiro, os primeiros responsáveis por disseminar a cultura do arroz também foram os colonizadores açorianos. No Rio Grande do Sul, o arroz e outros produtos agrícolas como milho, batata, mandioca, frutas e legumes eram utilizados para a subsistência, enquanto carnes, linho e trigo eram os produtos comercializados (Beskow 1984). A abertura de moinhos hidráulicos para beneficiamento de milho, trigo e arroz por um baixo custo ou em troca de uma parcela da produção, garantia a eficiência do sistema de autoconsumo das colônias de imigrantes (Woortmann 2009).

A ocorrência de extensos vales e baixadas planas e úmidas, banhadas por mananciais de água no Rio Grande do Sul, propiciou o desenvolvimento de uma orizicultura irrigada e crescentemente mecanizada (Beskow 1984). No final do século XVIII, já existiam grandes plantações irrigadas nesse estado que enviavam sua produção principalmente para cidade do Rio de Janeiro, marcando o início da expansão da orizicultura, transformando a agricultura de subsistência em uma agricultura capitalista (Beskow 1984).

Já em Santa Catarina, o sistema de produção de arroz irrigado foi introduzido pelos imigrantes italianos no Vale do Itajaí, no começo do século XX, e surgiu provavelmente em decorrência do próprio ambiente da região, caracterizado pela predominância de solos argilosos mal drenados e pela inexistência de uma estação seca, o que dificultava o preparo convencional do solo (Rubin & Dutra 2015). O grande incentivo para a orizicultura em sistemas irrigados teve início em 1978, a partir do Programa Nacional para Aproveitamento de Várzeas Irrigáveis - Provárzeas Nacional, que previa a utilização econômica das várzeas em todo território brasileiro por meio do financiamento e suporte técnico-administrativo na drenagem e sistematização de várzeas, especialmente para mini e pequenos produtores (Brasil 1986). No Sul catarinense, o Provárzeas foi responsável pelo aumento do número de agricultores plantadores de arroz, mecanização das áreas e aumentos expressivos na produção arrozeira (Bernardo 2009).

Atualmente, os sistemas de cultivo utilizados na cultura do arroz irrigado nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina diferenciam-se, basicamente, quanto à forma e a época de preparo do solo, aos métodos de semeadura e ao manejo inicial da água. Os principais sistemas utilizados são o convencional, o cultivo mínimo, o plantio direto, o pré-germinado e o transplante de mudas (Sosbai 2016).

Todavia, informações sobre o plantio e produtividade do arroz de sequeiro nos estados sulinos são inexistentes. O último censo agropecuário realizado no Brasil (IBGE 2006) não diferencia a produção do arroz entre os sistemas irrigados e de sequeiro, impossibilitando a verificação das porcentagens de produção em cada cultivo.

3.1.5 Status da conservação *ex situ* e melhoramento genético

O Banco Internacional de Germoplasma de Arroz, mantido pelo *International Rice Research Institute* (IRRI), possui 117 mil acessos de arroz, incluindo variedades tradicionais e modernas, além de parentes silvestres, sendo a maior coleção genética de arroz do mundo (IRRI 2013).

No Brasil, o Banco Ativo de Germoplasma de Arroz (BAG Arroz) é mantido pela Embrapa e alocado no município de Santo Antônio de Goiás (GO). Até 2010, o banco possuía 11.901 acessos registrados, sendo 2.831 variedades tradicionais, 264 amostras de espécies silvestres e 8.806 linhagens/cultivares nacionais e internacionais. Deste total de acessos, 1.851 foram perdidos, restando 10.050 acessos. Abadie *et al.* (2005) analisaram informações morfológicas referente aos acessos do BAG Arroz e formaram a Coleção Nuclear de Arroz da Embrapa, constituída por 550 acessos (5,6% da coleção inteira), sendo 308 variedades tradicionais, 94 linhagens/cultivares melhoradas e 148 cultivares/linhagens introduzidas. Entre os acessos da coleção nuclear, 15 foram coletados em Santa Catarina, correspondendo a quatro variedades irrigadas melhoradas pela Epagri (2) ou pela antiga Empasc – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Santa Catarina (2), cinco variedades de sequeiro coletadas em três municípios (Nova Erechim, Saudades e Palmitos) do Oeste catarinense e seis variedades facultativas coletadas em outros três municípios (Mafra, Massaranduba e Porto União). Atualmente, o BAG Arroz conta com 27.006 acessos, sendo 2.732 acessos de variedades tradicionais, 238 populações de espécies silvestres, 7.080 de linhagens/cultivares de programas de melhoramento do Brasil e de outros países além de 12.956 acessos oriundos de uma doação da Coleção Americana de Arroz (Embrapa 2014).

Em Santa Catarina, o Banco de Germoplasma de Arroz da Epagri, alocado no município de Itajaí, conta com 459 acessos, como

informado por Wickert¹ (comunicação pessoal). Estima-se que cerca de 70% dos acessos são do subgrupo *índica* e 30% *japônica*. Variedades crioulas/tradicionais/locais deste banco são representadas por 30 acessos e os parentes silvestres por cinco acessos (*O. nivara*, *O. glaberrima*, *O. glumaepatula* e *O. rufipogon*).

Visto a quantidade de acessos conservada em território brasileiro e a importância do cultivo no país, era de se esperar que a base genética das cultivares fosse bastante diversificada. No entanto, Rangel *et al.* (1996) avaliaram a genealogia de 42 cultivares de arroz irrigado recomendadas para o cultivo no Brasil, de 1980 a 1992, e encontraram uma base genética relativamente estreita entre as cultivares. Segundo os autores, apenas 10 ancestrais contribuíram com 68% do conjunto gênico das cultivares e, quando avaliadas as cultivares mais plantadas nos principais estados produtores, apenas sete ancestrais contribuíram com 70% dos genes.

Breseghele *et al.* (1999) avaliaram os ganhos genéticos e a ancestralidade de 65 linhagens desenvolvidas e cultivadas no Nordeste brasileiro de 1984 e 1993. Segundo os autores, foram encontrados 20 ancestrais, três deles contribuíram com 35% do conjunto gênico das linhagens, sendo amplamente utilizados no melhoramento graças à característica de planta semi-anã, dois ancestrais contribuíram com 13% e foram usados devido à resistência à brusone e outros três corresponderam a 16,3% usados por serem bem adaptados e produtivos. Dos ancestrais encontrados 93,9% são asiáticos.

Ainda exemplificando a estreita base genética das cultivares de arroz brasileiras, Montalban *et al.* (1998) concluíram que 81% do conjunto gênico das variedades recomendadas para cultivo entre os anos 70 e 90 tinham origem em apenas 11 ancestrais e Da Silva *et al.* (1999) apontaram que 46,61% do conjunto gênico de 34 variedades de sequeiro eram provenientes de apenas quatro ancestrais. Rangel *et al.* (2000), avaliando a produtividade obtida com o melhoramento de 89 linhagens irrigadas desenvolvidas no meio-norte brasileiro, concluíram que os ganhos genéticos ocorridos entre 1984 e 1997 foram de baixa magnitude. Os autores ainda sugerem que a reduzida base genética das linhagens tenha contribuído para o estabelecimento de um mesmo patamar de produtividade das cultivares.

¹ Correspondência eletrônica da Dr^a Ester Wickert, Melhorista de arroz e Curadora do Banco de Germoplasma de Arroz da Estação Experimental de Itajaí da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, em 09 de setembro de 2015.

Recentemente, o trabalho desenvolvido por Rabelo *et al.* (2015) aponta o mesmo padrão – base genética estreita – entre as cultivares de arroz irrigado cultivadas no Brasil entre os anos de 1965 e 2012. Os autores identificaram 123 ancestrais para as 110 cultivares estudadas, porém, somente três destes foram responsáveis por 40% do conjunto gênico. O número mínimo de ancestrais por cultivar foi dois e o máximo de 41; a média foi de 14,37 ancestrais por cultivar. Ainda segundo os autores, a base genética tornou-se mais ampla nos últimos anos avaliados (2001 – 2012), entretanto a incorporação dos novos ancestrais corresponde a uma pequena proporção na base genética.

O catálogo de cultivares lançado em 2014 pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) apresenta nove cultivares de arroz para sistema irrigado, sendo três cultivares indicadas especialmente para o Rio Grande do Sul e seis indicadas para estados do Centro-sul e Nordeste brasileiro; apenas uma destas cultivares também é recomendada para Santa Catarina. Entre as sete cultivares de arroz para sistema de sequeiro, nenhuma é recomendada para a região Sul (Embrapa 2013).

No Rio Grande do Sul, o Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA) desenvolve cultivares de arroz irrigado convencionais e híbridas adaptadas ao cultivo no próprio estado (IRGA 2013). Em Santa Catarina, a Empresa de Pesquisa e Extensão Agropecuária – Epagri mantém programas de melhoramento genético de arroz irrigado desde 1976. A partir de então, foram lançadas 30 cultivares, 22 recomendadas especialmente para Santa Catarina e plantadas em 95% da área de arroz irrigado do estado, conforme Marschalek² (comunicação pessoal).

3.2 Conservação da Agrobiodiversidade

3.2.1 Conservação *in situ* – *on farm*

A agrobiodiversidade engloba toda a diversidade de vida na esfera agrícola, incluindo os ecossistemas, as espécies em produção, as diferentes variedades e raças, os parentes silvestres e a variabilidade genética das populações (IÖW 2004). Abrange também a biota do solo corresponsável pela boa produtividade e os conhecimentos tradicionais

² Informação obtida com Dr. Rubens Marschalek melhorista de arroz da Estação Experimental de Itajaí da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, em 30 de março de 2017.

associados ao recurso genético utilizado (Wolff 2004). Neste sentido, a agrobiodiversidade envolve todos os elementos que interagem com a produção agrícola: os espaços cultivados, as práticas de manejo, a diversidade genética e os valores sociais e culturais (Santilli 2009).

No Brasil, por meio da Lei da Biodiversidade (Lei nº 13.123/2015), sancionada em maio de 2015 (Brasil 2015), o conhecimento tradicional é definido como a “*informação ou prática de população indígena, comunidade tradicional ou agricultor tradicional sobre as propriedades ou usos diretos ou indiretos associada ao patrimônio genético*”. O reconhecimento do conhecimento tradicional associado ao recurso genético possui grande importância em estudos sobre a agrobiodiversidade. Valorizando estes saberes, a totalidade da diversidade de usos e das características dos recursos torna-se mais concreta e passível de uma conservação mais elaborada.

Compondo um dos pilares da agrobiodiversidade encontram-se as variedades crioulas, tradicionais ou locais, termos em português utilizados para designar *landraces* (livre tradução: raças locais). Essas variedades possuem elevada capacidade de tolerar estresses bióticos e abióticos, resultando em uma estabilidade de produção e um nível intermediário de rendimento sob um sistema de cultivo com baixo *input* energético (Zeven 1998).

No Brasil, a Lei Nacional de Sementes e Mudas (Lei nº 10.711/2003) define uma cultivar local, tradicional ou crioula como:

Variedade desenvolvida, adaptada ou produzida por agricultores familiares, assentados da reforma agrária ou indígenas, com características fenotípicas bem determinadas e reconhecidas pelas respectivas comunidades e que, a critério do MAPA, considerados também os descritores socioculturais e ambientais, não se caracterizem como substancialmente semelhantes às cultivares comerciais (Brasil 2003).

Para fins de padronização neste trabalho, as designações crioula, tradicional e local serão consideradas sinônimas, e o termo utilizado, *variedade local*, remeterá a populações autóctones, alóctones ou aquelas derivadas de cultivares comerciais antigas, que são conservadas, selecionadas, multiplicadas e usadas por agricultores familiares no

mesmo agroecossistema por vários anos de cultivo *on farm*, independente de sua origem genética ou geográfica (Ogliari & Alves 2007; Ogliari *et al.* 2013).

As variedades locais são mantidas, em grande parte, em bancos de sementes de agricultores de todo o mundo, principalmente, nos países em desenvolvimento (Pelwing *et al.* 2008). Seus nomes podem variar muito e geralmente estão ligados a características qualitativas de fácil reconhecimento, tal como formato ou cor de partes da planta, ao seu uso específico, ao local de origem ou ao nome da pessoa ou família que introduziu a semente na agricultura local (Harlan 1975; Zeven 1998; Camacho-Villa *et al.* 2005; Sadiki 2007). No âmbito do melhoramento genético, as variedades locais são fontes de genes e de combinações gênicas importantes, quando manejadas em ambientes particulares ao longo do tempo, servem como reservatório genético e matéria-prima essencial para o desenvolvimento de cultivares melhoradas (Ogliari *et al.* 2007).

A conservação realizada pelos agricultores, conhecida no meio acadêmico como conservação *on farm* é caracterizada como:

O manejo sustentável da diversidade genética de variedades agrícolas tradicionais localmente desenvolvidas, associadas a formas e parentes selvagens, realizado por agricultores dentro de um sistema de cultivo agrícola, hortícola ou agroflorestal tradicional” Maxted et al. (1997).

Esta forma de conservação consente a evolução dinâmica das variedades, influenciada pelo ambiente e pela pressão de seleção exercida pelos agricultores, permitindo as condições para o contínuo melhoramento e adaptação das culturas. Todavia, alguns fatores têm facilitado o processo de perda da diversidade, levando a homogeneização de raças e variedades, ocasionando perdas à agrobiodiversidade.

3.2.2 Erosão genética

Processos históricos como a Revolução Verde e o pacote tecnológico, ambos associados à agricultura das últimas décadas, resultaram em aumentos expressivos no rendimento das principais culturas consumidas, gerando conseqüentemente, sérios problemas

ambientais, como a erosão do solo, desertificação, poluição por agrotóxicos, perda da biodiversidade e homogeneização genética de variedades e raças (IÖW 2004).

A Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO) publicou em 2010 seu 2º relatório sobre o estado dos recursos genéticos do mundo para a alimentação e agricultura. De acordo com o documento, diversos países relataram a diminuição da diversidade de seus cultivos e a redução do número de variedades cultivadas, ocasionando grandes perdas à agricultura devido à vulnerabilidade genética proporcionada pela homogeneização genética das variedades (FAO 2010). A partir dos relatórios nacionais, a FAO aponta que a erosão genética pode ser ainda maior no caso dos cereais (FAO 2010).

A erosão genética pode ser definida como a perda de um único gene e/ou complexos gênicos, tais como aqueles mantidos pelas variedades locais (Maxted & Guarino 2006; Van de Wouw *et al.* 2009; FAO 2010). O termo pode ser aplicado em um sentido restrito, considerando apenas a perda de genes ou alelos, ou de forma ampla, considerando a perda de variedades. Em todos os casos, a erosão genética não implica necessariamente na extinção de uma espécie ou subpopulação e sim na perda de variabilidade e consequente flexibilidade (FAO 2010), limitando o leque de opções genéticas para os programas de melhoramento genético de plantas.

A uniformidade de variedades ocasiona a perda da diversidade genética entre e dentro de populações ao longo dos anos, reduzindo a base genética de uma espécie, limitando o seu potencial de resiliência perante situações de estresse biótico e abiótico e predispondo os cultivos à vulnerabilidade genética, responsável por grandes perdas agrícolas em situações atípicas (Jarvis *et al.* 2000; FAO 2010).

O desaparecimento de variedades locais conservadas *in situ - on farm* pode ser explicado por múltiplas causas, envolvendo tanto fatores ambientais e adaptativos quanto fatores socioculturais. Diagnosticar os processos de desaparecimento de variedades crioulas decorrentes de perda de sementes ou abandono do cultivo constitui um passo fundamental na elaboração de estratégias adequadas de conservação com finalidade de prevenção da erosão genética.

3.2.3 Agricultura familiar e conservação da agrobiodiversidade no Extremo Oeste de Santa Catarina

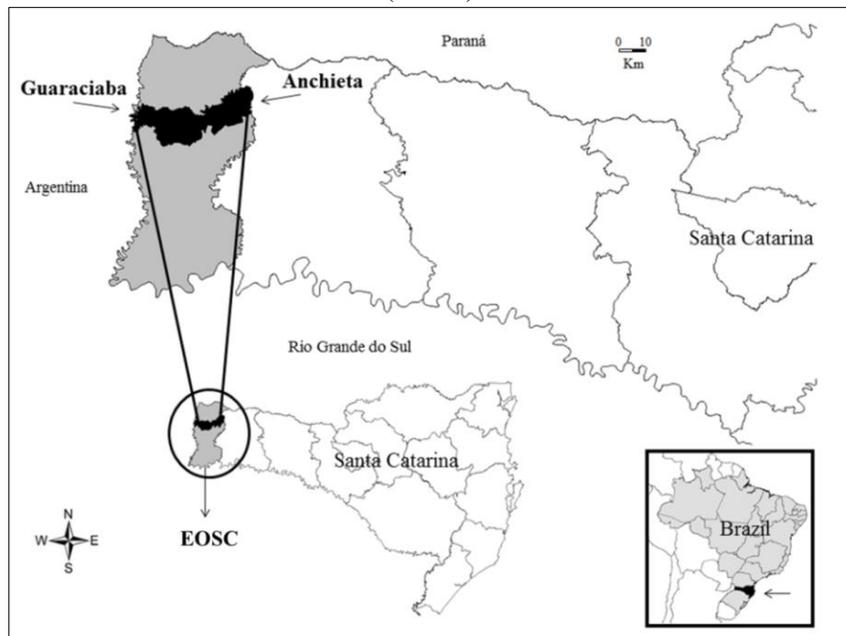
A agricultura familiar é essencial para a economia brasileira, sendo capaz de produzir gêneros alimentícios para o mercado interno, além de suprir as necessidades do grupo familiar (Schneider 2003). Do ponto de vista legal, por meio da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais (Lei nº 11.326/2006), o agricultor familiar é aquele que “*pratica atividades no meio rural; não possui área maior do que quatro módulos fiscais; dirige a propriedade e; utiliza mão-de-obra da própria família nas atividades, sendo a renda familiar predominante vinculada ao próprio estabelecimento*” (Brasil 2006).

Os módulos fiscais variam de acordo com o município em questão e são expressos em hectares (Brasil 1964). Em Anchieta quatro módulos fiscais correspondem a 18 hectares e em Guaraciaba a 20 hectares (Brasil 2013). Dos 193.663 estabelecimentos rurais de Santa Catarina, 168.544 são de origem familiar, ocupando 44% da área total do estado (IBGE 2006), o que demonstra a significância da agricultura familiar para a economia catarinense.

A região do Extremo Oeste de Santa Catarina (EOSC), representada pelos municípios de Anchieta e Guaraciaba (Figura 2), tem sido apontada por trabalhos científicos como detentora de uma significativa diversidade de culturas e de variedades locais (Canci *et al.* 2004; Vogt 2005; Canci 2006; Canci *et al.* 2010; Ogliari *et al.* 2007; Vogt *et al.* 2009; Kist *et al.* 2010; Gonçalves *et al.* 2013; Ogliari *et al.* 2013; Da Silveira 2015; Osório 2015). Dada à importância desta região na conservação *on farm* de variedades locais de milho (comum, pipoca, farináceo e doce) e de seu parente silvestre (teosintos), o EOSC foi indicado como um microcentro de diversificação da espécie (De Almeida Silva *et al.* 2015; Costa *et al.* 2016).

A conservação *on farm* das variedades de arroz de sequeiro nessa região apresenta um importante papel na manutenção da soberania e segurança alimentar dos agricultores residentes no EOSC. Além disso, mudanças socioculturais (Aguiar & Strapasola 2010) e mudanças climáticas (Bonatti 2011; Vasconcelos *et al.* 2013) têm colocado em risco a agricultura da região. Conhecer a diversidade desse recurso genético, os responsáveis pela sua conservação, e os motivos que os levam a produzir o arroz em suas propriedades é de fundamental importância para elaboração de projetos integrados de conservação e propostas de melhoramento genético.

Figura 2. Localização dos municípios Anchieta e Guaraciaba no Extremo Oeste de Santa Catarina (EOESC).



Fonte: Costa *et al.* (2016).

A partir do conhecimento gerado sobre os aspectos da conservação do arroz de sequeiro no EOESC, medidas de incentivo à produção rural familiar podem ser sugeridas, gerando estímulos ao cultivo de produtos da agrobiodiversidade local, ponderando a criação de cadeias produtivas regionais e a mobilização dos produtos dentro do próprio estado, gerando retorno econômico às famílias por produzirem e conservarem a agrobiodiversidade. Produzindo seus alimentos, a agricultura familiar mantém um importante papel na conservação da agrobiodiversidade em seus variados níveis. Assim, analisar o potencial econômico e genético da diversidade destes recursos pode ser uma forma de manter o interesse pelos processos culturais que favorecem a conservação *on farm*.

Baseado nesses apontamentos, o presente trabalho tem como propósito ampliar o conhecimento a respeito da diversidade genética de variedades locais de arroz cultivadas em sistema de sequeiro nos municípios de Anchieta e Guaraciaba e identificar os fatores associados à sua gestão.

Neste sentido, o trabalho está dividido em três capítulos, o primeiro deles versa sobre a diversidade das variedades locais na visão dos agricultores, considerando a diversidade de nomes, as origens das sementes, o tempo de cultivo, os valores de uso e preferências além de discutir a respeito dos fatores facilitadores da erosão genética dessas variedades na região. O segundo capítulo apresenta as práticas fitotécnicas e genéticas utilizadas no manejo das variedades, pontuando como estas práticas podem ter contribuído para a estruturação e conservação da diversidade existente. E por fim, o terceiro capítulo apresenta características fenotípicas das variedades com base nos descritores científicos da cultura, identificando grupos semelhantes e possíveis caminhos para o melhoramento genético participativo destas variedades. A proposta de um plano integrado de conservação *in situ* – *on farm* e *ex situ* das variedades locais de arroz de sequeiro está apresentada nas considerações finais da tese e aponta algumas medidas que em ações conjuntas do poder público e das associações locais de agricultores poderão ser realizadas a fim de garantir uma maior efetividade na conservação da agrobiodiversidade e das tradições culturais das famílias agricultoras do EOSC.

IV. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abadie T *et al.* (2005) Construção de uma coleção nuclear de arroz para o Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 40(2): 129-136. DOI: 10.1590/S0100-204X2005000200005
- Barker NP, Clark LG, Davis JI, Duvall MR, Guala GF, Hsiao C, Kellogg EA, Linder P (2001) Phylogeny and Subfamilial Classification of the Grasses (Poaceae) *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 88(3): 373-457
- Bernardo VM (2009) Do incentivo à criminalização: possibilidades para a recuperação da mata ciliar na rizicultura em Jacinto Machado/SC. Dissertação, Universidade Federal de Santa Catarina
- Beskow PR (1984) A formação da economia arrozeira do Rio Grande do Sul. *Ensaio FEE*, 4(2): 55-84
- Brasil (1896) Programa Nacional de Irrigação. Profir/Provárzea. Brasília, 1986. 34 p
- Brasil (1964). Presidência da República/Casa Civil. Lei nº 4.504/1964: Estatuto da Terra de 30 de novembro de 1964. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4504.htm. Acessado em 18 Fev 2017
- Brasil (2003) Presidência da República/Casa Civil. Lei nº 10.711/2003: Sistema Nacional de Sementes e Mudanças de 05 de agosto de 2003. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/110.711.htm. Acessado 23 Ago 2013
- Brasil (2006) Presidência da República/Casa Civil. Lei nº 11.326/2006: Política Nacional da Agricultura Familiar e dos Empreendimentos Familiares Rurais de 24 de julho de 2006. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/111326.htm. Acessado em 23 Ago 2013
- Brasil (2013) Sistema Nacional de Cadastro Rural: Índices básicos de 2013. Disponível em: http://www.incra.gov.br/sites/default/files/uploads/estrutura-fundiaria/regularizacao-fundiaria/indices-cadastrais/indices_basicos_2013_por_municipio.pdf Acessado em 18 Abr 2017
- Brasil (2015) Presidência da República/Casa Civil. Lei nº 13.123/2015: Convenção sobre Diversidade Biológica de 20 de maio de 2015.

- Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13123.htm. Acessado em 08 Set 2015
- Breseghello F, Rangel PHN, Morais OD (1999) Ganho de produtividade pelo melhoramento genético do arroz irrigado no Nordeste do Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 34(3): 399-407. DOI: 10.1590/S0100-204X1999000300011
- Brondani C, Borba TCO, Rangel PHN, Brondani RPV (2006) Determination of genetic variability of traditional varieties of Brazilian rice using microsatellite markers. *Genetics and Molecular Biology*, 29(4): 676-684. DOI: 10.1590/S1415-47572006000400017
- Brondani C, Rangel PHN, Brondani RPV, Ferreira ME (2002) QTL mapping and introgression of yield-related traits from *Oryza glumaepatula* to cultivated rice (*Oryza sativa*) using microsatellite markers. *Theor Appl Genet* 104:1192-1203. DOI: 10.1590/S0100-204X2013000300006
- Camacho-Villa TCC, Maxted N, Scholten M, Ford-Lloyd B (2005) Defining and identifying crop landraces. *Plant genetic resources: characterization and utilization*, 3(03): 373-384. DOI: 10.1079/PGR200591
- Canci A (2010) Kit diversidade: estratégias para a segurança alimentar e valorização das sementes locais. São Miguel do Oeste: Instituto de Agrobiodiversidade e Desenvolvimento Sócioambiental
- Canci A, Guadagnin CA, Guadagnin CMI (2004) A diversidade das espécies crioulas em Anchieta – SC: Diagnóstico, resultado de pesquisa e outros apontamentos para a conservação da agrobiodiversidade. São Miguel do Oeste: Mclee, 112p
- Canci IJ (2006) Relações dos sistemas informais de conhecimento no manejo da agrobiodiversidade no Oeste de Santa Catarina. Dissertação, Universidade Federal de Santa Catarina
- Chang T, Bardenas EA (1965) The morphology and varietal characteristics of the rice plant. Los Baños: The International Rice Research Institute, 40 p
- Choi JY, Platts AE, Fuller DQ, Hsing YI, Wing RA, Purugganan MD (2017) The rice paradox: Multiple origins but single domestication in Asian rice. *Molecular Biology and Evolution*. DOI: 10.1093/molbev/msx049
- CONAB (2017) Acompanhamento da Safra Brasileira 2016/2017. Brasília: CONAB. Disponível em http://www.CONAB.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_02

- 16 11 51 51 boletim graos fevereiro 2017.pdf Acessado em 18 Fev 2017
- Costa FM, De Almeida Silva NC, Ogliari JB (2016) Maize diversity in southern Brazil: indication of a microcenter of *Zea mays* L. Genetic Resources and Crop Evolution, 1-20. DOI: 10.1007/s10722-016-0391-2
- Da Silva ED, Montalván R, Ando A (1999) Genealogia dos cultivares brasileiros de arroz-de-sequeiro. *Bragantia*, 58(2): 281-286. DOI: 10.1590/S0006-87051999000200007
- Da Silveira RP (2015) Variedades locais de tomate conservadas por camponeses no município de Anchieta, oeste de Santa Catarina. Dissertação, Universidade Federal de Santa Catarina
- De Almeida Silva NC, Vidal R, Costa FM, Vaio M, Ogliari JB (2015) Presence of *Zea luxurians* (Durieu and Ascherson) bird in Southern Brazil: implications for the conservation of wild relatives of maize. *PloS one*, 10(10). DOI: 10.1371/journal.pone.0139034
- Embrapa (2013) Catálogo de Cultivares de Arroz 2014. Disponível em <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/985671/catalogo-de-cultivares-de-arroz-2014-2015> Acessado em 20 Set 2015
- Embrapa (2014) Coleções Nucleares – Acessos armazenados BAG Arroz e Feijão. Disponível em http://mwpin026.cenargen.Embrapa.br:8080/alelo/?page_id=497. Acessado em 19 Set 2015
- Epagri (2015a) Histórico da produção de arroz irrigado. Disponível em http://www.Epagri.sc.gov.br/?page_id=1343 Acessado em 16 Fev 2017
- Epagri (2015b) Melhoramento Genético: Introdução e Histórico. Disponível em: http://www.Epagri.sc.gov.br/?page_id=1909. Acessado em 08 Set 2015
- FAO (2001) TIRFAA: Tratado Internacional sobre os Recursos Fitogenéticos para a Alimentação e a Agricultura. Disponível em http://ftp.fao.org/ag/agp/planttreaty/texts/treaty_portuguese.pdf. Acessado em 16 Jun 2015
- FAO (2010) Food and Agriculture Organization. The Second Report on the State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture, Rome

- Ferraz EC (1987) Ecofisiologia do arroz. *In*: Castro PRC, Ferreira SO, Yamada T (eds) Ecofisiologia da produção agrícola. Piracicaba, 249 p
- Ferreira CM, Villar PMD (2003) Cultivo de arroz de terras altas. Disponível em <http://sistemasdeproducao.cnptia.Embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozTerrasAltas/importancia.htm>. Acessado em 23 Ago 2012
- Garris AJ, Tai TH, Coburn J, Kresovich S, Mccouch S (2005) Genetic structure and diversity in *Oryza sativa* L. *Genetics*, 169: 1631-1638. DOI: 10.1534/genetics.104.035642
- Glaszmann JC (1987) Isozymes and classification of Asian rice varieties. *Theoretical and Applied Genetics*, 74: 21-30. DOI: 10.1007/BF00290078
- Gonçalves GMB, Souza R, Cardozo AM, Lohn AF, Canci A, Guadagnin CA, Ogliari JB (2013) Caracterização e avaliação de variedades de arroz de sequeiro conservadas por agricultores do Oeste de Santa Catarina. *Revista Agropecuária Catarinense* 26: 63-69
- GRISP (2013) Rice Almanac. Los Baños: International Rice Research Institute. 283 p
- Gross BL, Zhao Z (2014) Archaeological and genetic insights into the origins of domesticated rice. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(17): 6190-6197. DOI:10.1073/pnas.1308942110
- Guadagnin CMI, Guadagnin CA (2004) Cultura do Arroz de Sequeiro. *In*: Canci A, Vogt GA, Canci IJ (eds) A diversidade das espécies crioulas em Anchieta-SC. Diagnóstico, resultados de pesquisa e outros apontamentos para a conservação da agrobiodiversidade. São Miguel do Oeste, McLee
- Guimarães EP, Sant'ana EP (1999) Sistemas de Cultivo. *In*: Vieira NRA, dos Santos AB, Sant'ana EP (eds) A cultura de arroz no Brasil. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão. 633 p
- Harlan JR (1975) Crops and man. American Society of Agronomy
- IBGE (2006) Censo agropecuário 2006. Rio de Janeiro, ISSN 0103-6157
- IÖW - Institute for Ecological Economy Research (2004) Position Paper for Sustainable Plant and Animal Breeding. Disponível em http://www.agrobiodiversitaet.net/agrobiowebseite/site/page/downloads/Positionspapier_en.pdf. Acessado em 18 Fev 2017

- IÖW (2004) Institut Fur Ökologische Wirtschaftsforschung. Position Paper for Sustainable Plant and Animal Breeding. Cooperative Project “Developing Agrobiodiversity”
- IRGA (2013) Instituto Rio Grandense de Arroz. Disponível em <http://www.irga.rs.gov.br/inicial>. Acessado em 21 Nov 2013
- IRRI (2013) The International Rice Genebank. Disponível em <http://irri.org/our-work/research/genetic-diversity/international-rice-genebank>. Acessado em 03 Fev 2014
- Jarvis DI, Meyer L, Klemick H, Guarino L, Smale M, Brown AHD, Sadiki M, Sthapit B, Hodgkin T (2000) A training guide for in situ conservation on-farm. Bioversity International
- Khush GS (1997) Origin, dispersal, cultivation and variation of rice. *Plant Molecular Biology*, 35: 25-34
- Khush GS (2000) Taxonomy and origin of rice. *In*: Singh RK, Singh US, Khush GS (eds) *Aromatic Rices*. New Delhi: Oxford & IBH Publishing, p 5-13
- Kist V, Miranda-Filho JB, Ogliari, JB (2010) Genetic potential of a maize population from Southern Brazil for the modified convergent–divergent selection. *Euphytica*, 176:25-36. DOI: 10.1007/s10681-010-0207-y
- Kuwada Y (1910) A cytological study of *Oryza sativa* L. *The Botanical Magazine*, 24(287): 267-281
- Londo JP, Chiangs Y, Hung K, Chiang T, Schaal B (2006) Phylogeography of Asian wild rice, *Oryza rufipogon*, reveals multiple independent domestications of cultivated rice, *Oryza sativa*. **PNAS**, 103(25): 9578-9583. DOI:10.1073/pnas.0603152103
- Marschalek R, Vieira J, Ishiy T, Schiocchet MA, Bacha RL (2008) Melhoramento genético de arroz irrigado em Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense** 21: 54-56
- Maxted N, Ford-Lloyd BV, Hawkes JG (1997) Complementary conservation strategies. *In*: Maxted N, Ford-Lloyd BV, Hawkes JG (eds) (1997) **Plant Genetic Conservation: The *In situ* Approach**. Chapman & Hall, London
- Maxted N, Guarino L (2006) Genetic erosion and genetic pollution of crop wild relatives. In Genetic erosion and pollution assessment methodologies. **Proceedings of PGR Forum Workshop**, 5: 35-45
- Montalban R, Destro D, Silva EF, Montañó JC (1998) Genetic base of Brazilian upland rice cultivars. **Journal of Genetics & Breeding**, 59:203-209. DOI: 10.1590/S0006-87051999000200007

- Ogliari JB, Alves AC (2007) Manejo e uso de variedades de milho como estratégia de conservação em Anchieta. *In*: Boef WS, Thijssen MH, Ogliari JB, Sthapit B (eds) **Biodiversidade e Agricultores: Fortalecendo o manejo comunitário**. Porto Alegre: L&PM
- Ogliari JB, Alves AC, Kist V, Fonseca JA da, Balbinot Jr AA (2007) Análise da diversidade genética de variedades locais de milho (*Zea mays* L.). **Cadernos da Revista Brasileira de Agroecologia**, 2: 191-195
- Ogliari JB, Kist V, Canci A (2013) The participatory genetic enhancement of a local maize variety in Brazil. *In*: de Boef W, Peroni N, Subedi A, Thijssen M, O'Keefe E (orgs) (2013) **Community Biodiversity Management. Promoting Resilience and the Conservation of Plant Genetic Resources**. Abingdon: Routledge, p. 265-271
- Oka HI (1988) Origin of Cultivated Rice. Tokyo: **Elsevier**, 254 p
- Osório GT (2015) Diversidade de espécies e variedades locais no oeste catarinense: um estudo a partir de alface e radice em Anchieta e Guaraciaba. Dissertação, Universidade Federal de Santa Catarina
- Pelwing AB, Frank LB, Barroso IIB (2008) Sementes crioulas: o estado da arte no Rio Grande do Sul. **RER**, 46(2): 391-420
- Pereira JA (2002) **Cultura do arroz no Brasil: subsídios para a sua história**. Teresina: Embrapa Meio-Norte
- Pereira JA, Morais AP, Castro EM (1999) Melhoramento genético do arroz de sequeiro no Nordeste do Brasil. *In*: Queiróz MA, Goedert CO, Ramos RR (eds) (1999) **Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o nordeste brasileiro**. Embrapa Semi-Arido; Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia
- Pessoa-Filho M, Beló A, Alcochete AA, Rangel PH, Ferreira ME (2007) A set of multiplex panels of microsatellite markers for rapid molecular characterization of rice accessions. *BMC plant biology*, 7(1): 23. DOI: 10.1186/1471-2229-7-23
- Rabelo HO, Guimarães JFR, Filipi J, Baldin Pinheiro J, Da Silva EF (2015) Genetic base of Brazilian irrigated rice cultivars. **Crop Breeding & Applied Biotechnology**, 15(3). DOI: 10.1590/1984-70332015v15n3a26
- Rangel PHN *et al.* (2008) Identificação, coleta, mapeamento e conservação de variedades tradicionais e espécies silvestres de arroz no Brasil. Embrapa Arroz e Feijão, **Documentos** 220
- Rangel PHN, Brondani C, Fonseca JR, Silva SC, Rabelo RR, Pereira JA, Kaminsky PE (2006) Mapeamento da distribuição geográfica das espécies brasileiras de *Oryza*, com vistas à conservação dos

- parentes silvestres e das variedades crioulas de arroz (*O. sativa* L.). In: Coradin L (coord) **Parentes silvestres das espécies de plantas cultivadas**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente
- Rangel PHN, Guimarães EP, Neves PCF (1996) Base genética das cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 31(5): 349-357
- Rangel PHN, Pereira JA, Moraes OD, Guimarães EP, Yokokura T (2000) Ganhos na produtividade de grãos pelo melhoramento genético do arroz irrigado no meio-norte do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 25: 1595-1604. DOI: 10.1590/S0100-204X2000000800012
- Roberts EH, Crawford RQ, Cochet F (1961) Estimation of percentage of natural cross pollination: experimente on rice. *Nature*, 190:1084-1085
- Rubin CA, Dutra VB (2015) A cultura do arroz em Santa Catarina. In: Oliveira Neto, AA de (org) **A cultura do Arroz**. Brasília: CONAB, 180 p
- Sadiki M *et al.* (2007) Variety Names: An Entry Point to Crop Genetic Diversity and Distribution in Agroecosystems. In: Jarvis D, Padoch C, Cooper HD (eds) **Managing Biodiversity in Agricultural Ecosystems**. Columbia University Press, New York
- Santilli J (2009) **Agrobiodiversidade e direitos dos agricultores**. São Paulo: ISA, 519 p
- Schneider S (2003) Teoria social, agricultura familiar e pluriatividade. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, 18(51): 99-121
- Schiocchet MA, Marschalek R, Vieira-Raimondi J, Martins GN, Wickert E, Andrade A (2015) Recomendações para a produção de arroz irrigado em Santa Catarina (Sistema Pré-Germinado)
- Song Z, Lu BR, Chen J (2004) Pollen flow of cultivated rice measured under experimental conditions. **Biodiversity & Conservation**, 13(3): 579-590. DOI: 10.1023/B:BIOC.0000009491.24573.1d
- Sweeney MT, Thomson M, Cho YG, Park YJ, Williams SH, Bustamante CD, McCouch SR (2007) Global dissemination of a single mutation conferring white pericarp in rice. **Plos Genetics**, 3: 1418-1424. DOI: 10.1371/journal.pgen.0030133
- Van De Wouw M, Kik C, Van Hintum T, Van Treuren R, Visser B (2009) Genetic erosion in crops: concept, research results and challenges. *Plant Genetic Resources*, 8(01): 1-15
- Vaughan DA (1989) **The genus *Oryza* L. Current status of taxonomy**. Manila: IRRI. 21 p

- Vogt GA (2005) A dinâmica do uso e manejo de variedades locais de milho em propriedades agrícolas familiares. Dissertação, Universidade Federal de Santa Catarina
- Vogt GA, Alves AC, Canci A, Hemp S (2009) Retrato do Sistema de Manejo de Variedades Locais de Milho em Anchieta, SC. **Revista brasileira de agroecologia**, 4: 84-88
- Wang X *et al.* (2005) Duplication and DNA segmental loss in the rice genome: implications for diploidization. **New Phytologist**, 165(3): 937-946. DOI: 10.1111/j.1469-8137.2004.01293.x
- Wolff F (2004) Legal factors driving agrobiodiversity loss. **Environmental Law Network International**, 1: 25-36
- Woortmann E (2009) Nem sempre visível, mas sempre presente: o arroz na culinária brasileira. Disponível em: <http://www.slowfoodbrasil.com/textos/alimentacao-e-cultura/277-nem-sempre-visivel-mas-sempre-presente-o-arroz-na-culinaria-brasileira-parte-1> Acessado em 09 Set 2015
- Zeven AC (1998) Landraces: A review of definitions and classifications. **Euphytica**, 104: 127-139. DOI: [10.1023/A:1018683119237](https://doi.org/10.1023/A:1018683119237)

CAPÍTULO I

Conservação *on farm* de variedades locais de arroz de sequeiro no EOSC

Resumo: A orizicultura do Sul do Brasil está baseada principalmente no sistema irrigado de produção para fins comerciais. Todavia, em alguns municípios do estado de Santa Catarina, sobretudo na microrregião do Extremo Oeste (EOSC), o arroz é produzido no sistema de sequeiro, por meio do cultivo de variedades locais. Com base na importância econômica, cultural e social do arroz de sequeiro para estas famílias, o objetivo deste trabalho foi caracterizar a diversidade de variedades locais desse recurso fitogenético na região, sua distribuição geográfica e os fatores relacionados à sua conservação. A pesquisa a campo foi realizada com 166 famílias de agricultores identificados como mantenedores de variedades locais de arroz de sequeiro, nos municípios de Anchieta e Guaraciaba. Com base nas entrevistas realizadas com as famílias mantenedoras, foi possível identificar 112 variedades locais de arroz de sequeiro, conservadas essencialmente para o autoconsumo da família. Entre os valores de uso mais citados estão a qualidade dos grãos e a utilização dos mesmos para o preparo de pratos culinários tradicionais, ressaltando a importância dessas variedades para a segurança alimentar da região. Baseado na descrição dos agricultores, o índice de Shannon apontou valores elevados para o formato ($H' = 1,082$) e cor ($H' = 1,442$) de grão. A diversidade morfológica está distribuída geograficamente de forma aleatória nos municípios de estudo. As famílias que deixaram de conservar suas variedades de arroz citaram a seca, o amplo trabalho nas lavouras e a baixa produtividade das variedades como razões para a perda de sementes ou abandono do cultivo. A presença de diferentes grupos morfológicos, os elevados valores do índice de Shannon e os valores de uso permitem caracterizar a região do EOSC como detentora de uma elevada diversidade de variedades locais de arroz de sequeiro conservada primordialmente devido à tradição culinária das famílias mantenedoras. Todavia, tal diversidade encontra-se sob riscos de erosão genética, em virtude de diferentes fatores socioculturais e ambientais atuantes na região.

Palavras-chave: *Oryza sativa* L.; segurança alimentar; diversidade genética; erosão genética; melhoramento genético participativo.

1. Introdução

Embora os centros de origem e diversidade estejam dispersos em países asiáticos (Chang 1976, Khush 1997, Fuller *et al.* 2010, Gross & Zhao 2014), a espécie *Oryza sativa* L. apresenta uma ótima adaptação às terras americanas e está presente diariamente nas principais refeições dos brasileiros (Maciel 2004, Barbosa 2007). Atualmente, o Brasil é um dos principais produtores mundiais de arroz, com estimativa de produção de cerca de 7.820.000 toneladas para a safra 2016/2017 (World Rice Production 2017), produção inferior apenas à dos países asiáticos. Mesmo com tamanha produção, para o suprimento do consumo interno, ainda é necessário importar grãos de arroz, principalmente de outros países sul-americanos como o Paraguai e Argentina (Santos Júnior 2016).

A introdução e o início da produção comercial do arroz no continente americano tiveram sua origem com a colonização europeia, durante os anos de exploração do novo mundo. As primeiras variedades introduzidas no Brasil foram cultivadas nas regiões Norte e Nordeste, a partir de sementes do *Arroz de Veneza* (*Oryza sativa* L.) trazidas da Itália (Pessoa-Filho *et al.* 2007) e de variedades de *Oryza glaberrima* trazidas da África (Carney & Marin 2013), ambas com pericarpo avermelhado. Logo as variedades vermelhas foram substituídas por sementes de arroz branco, oriundas da variedade *Arroz da Carolina*, procedente da Carolina do Sul (Estados Unidos) (Pereira 2002, Carney & Marin 2013).

Ao longo do tempo, as variedades de arroz foram distribuídas para as demais regiões do país, alcançando os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, atualmente os maiores produtores brasileiros (Padrão 2016).

No Rio Grande do Sul, a produção do arroz foi intensificada a partir de 1850, devido ao aumento do consumo do arroz na cidade do Rio de Janeiro, o principal comprador e consumidor dos produtos alimentícios naquela época (Beskow 1984). Por sua vez, a orizicultura catarinense foi intensificada a partir de 1970, com o advento do programa nacional Provárzeas, que incentivava à produção agrícola em várzeas por meio do financiamento para a mecanização e a terraplenagem das áreas (Brasil 1986), principalmente nas regiões litorâneas.

A orizicultura brasileira está fortemente baseada no cultivo irrigado. Embora esse sistema permita uma maior produtividade das

variedades, também ocasiona sérios danos ambientais em função da emissão exacerbada de gás metano (Yanet *et al.* 2009) e da contaminação do ambiente por herbicidas e demais agrotóxicos utilizados (Marchesan *et al.* 2007, Baumart & Santos 2011). Em Santa Catarina, as lavouras irrigadas movimentam uma rede bem estruturada de produção, sobretudo nas regiões Litoral Sul, Norte e Alto Vale do Itajaí (Padrão 2016).

Fora dos circuitos comerciais, especialmente no Extremo Oeste de Santa Catarina (EOSC), o arroz é produzido em sistema de sequeiro por agricultores familiares (Guadagnin & Guadagnin 2004). A baixa produtividade e o fato de serem produzidas para o autoconsumo das famílias são alguns dos motivos para que as variedades de sequeiro Sul brasileiras não sejam objeto de melhoramento genético pelas instituições de pesquisa, sendo escassos os trabalhos de caracterização e avaliação da diversidade deste recurso fitogenético.

O EOSC tem sido caracterizado como detentor de uma elevada diversidade de variedades de diferentes espécies. Estudos recentes indicam a região como um microcentro de diversidade da espécie *Zea mays* L., devido ao grande número de variedades locais de milho conservadas (Costa *et al.* 2016, De Almeida Silva *et al.* 2016) e à presença de parentes silvestres desta espécie na região (De Almeida Silva *et al.* 2015).

A conservação, o plantio anual e a seleção das variedades pelos agricultores ao longo dos anos propiciam a manutenção e o enriquecimento da diversidade genética e cultural existente em uma localidade (Bellon 1996; Brush 2000; Maxted *et al.* 2002). A conservação *in situ-on farm* permite que variedades evoluam em conjunto com o ambiente e adaptem-se às condições locais de cultivo (Zeven 1998; Camacho-Villa *et al.* 2005; Ogliari *et al.* 2013). As variedades locais constituem um dos principais componentes da agrobiodiversidade e, por isso, são peças-chaves para o desenvolvimento de sistemas agrícolas sustentáveis e, particularmente, importantes para determinados interesses dos agricultores (Jarvis *et al.* 2000).

O conhecimento da diversidade conservada *on farm* fornece informações importantes aos programas de melhoramento genético, uma vez que indica genótipos com características de interesse e adaptados a determinados ambientes de cultivo, que podem ser utilizados para aumento da base genética das cultivares comercializadas. Estudos apontam a presença de uma base genética estreita para as cultivares de arroz mais produzidas no Brasil. Apenas três ancestrais contribuíram

com 40% do background genético de 110 cultivares brasileiras produzidas entre os anos de 1965 a 2012 (Rabelo *et al.* 2015). A base estreita é apontada como um dos motivos para a baixa magnitude dos ganhos genéticos ocorridos entre 1984 e 1997 no melhoramento genético de 89 linhagens de arroz cultivadas no Brasil (Rangel *et al.* 2000).

Considerando que a produção de arroz no Brasil está apoiada essencialmente no sistema irrigado, que atualmente gera graves danos ambientais (Marchesan *et al.* 2007; Yanet *et al.* 2009; Baumart & Santos 2011); que o melhoramento genético nacional tem enfrentado a homogeneização e o estreitamento da base genética das cultivares melhoradas (Rangel *et al.* 1996; Montalban *et al.* 1998; Breseghello *et al.* 1999; Da Silva *et al.* 1999; Rangel *et al.* 2000; Rabelo *et al.* 2015); que os estudos são escassos sobre a diversidade de variedades locais fora da área nuclear de origem do arroz e, sobretudo, em relação às variedades locais de arroz de sequeiro do EOOSC; algumas questões emergem como especialmente relevantes, as quais direcionam as investigações neste capítulo: 1) quais são e onde estão localizadas as variedades de arroz de sequeiro conservadas no EOOSC? 2) existe diversidade entre as variedades locais conservadas? 3) quais são os valores potenciais desses recursos genéticos, segundo a visão de seus mantenedores? 4) quem são os responsáveis pela conservação desta diversidade? 5) existem fatores que colocam em risco a diversidade conservada? Assim, o presente trabalho teve por objetivo conhecer a diversidade de variedades locais de arroz de sequeiro conservada no EOOSC, a sua distribuição espacial e os fatores que modulam o dinamismo da produção e da conservação deste recurso fitogenético local.

2. Material e Métodos

2.1 Local de estudo

A microrregião do EOSC está representada no presente estudo pelos municípios de Anchieta e Guaraciaba (Figura 2 – Contextualização e estruturação do estudo). O clima da região é do tipo mesotérmico úmido (Cfa de Köppen), com temperatura média anual de 17,8 °C, precipitação pluviométrica anual em torno de 1.700 a 2.000 mm e vegetação pertencente ao Bioma Mata Atlântica (IBGE 2014), que é considerado um dos 25 *hot spots* de diversidade no mundo (Myers *et al.* 2000). Anchieta possui uma área de 228.342 km², 6.380 habitantes e contém 935 estabelecimentos agropecuários num total de 20.657 hectares (IBGE 2015a). Guaraciaba possui uma área de 330.374 km², 10.498 habitantes e apresenta 1.500 estabelecimentos agropecuários, em uma área total de 26.765 hectares (IBGE 2015b).

2.2 Identificação das famílias mantenedoras e variedades conservadas

No contexto do presente estudo, o termo variedade local e crioula foi usado para designar toda a população de arroz, cujas sementes são conservadas, selecionadas e multiplicadas pelos agricultores familiares, independentemente da origem geográfica e do tempo de cultivo na propriedade, como proposto por Ogliari *et al.* (2013).

As famílias mantenedoras das variedades locais de arroz de sequeiro foram identificadas em parceria com os agentes comunitários de saúde (ACS)³ e por indicação de outros agricultores. Em visitas rotineiras às comunidades, os ACS levavam uma lista com 64 cultivos, entre eles o arroz de sequeiro, e questionavam às famílias, quais dos cultivos eram produzidos a partir de sementes locais (crioulas), em sua propriedade rural. Desta forma, foram entrevistadas 885 unidades familiares em Anchieta e Guaraciaba (Osório 2015) e identificadas 66 famílias mantenedoras de arroz de sequeiro. Posteriormente à sua identificação pelos ACS, as 66 famílias foram visitadas por membros do

³ Os Agentes Comunitários de Saúde (ACS) são funcionários dos municípios brasileiros que atuam na promoção da saúde familiar, visitando rotineiramente as famílias residentes em comunidades específicas. A atuação do ACS valoriza questões culturais da comunidade, integrando o saber popular e o conhecimento técnico (Brasil 2009).

Núcleo de Estudos em Agrobiodiversidade (NEABio) e entrevistadas sobre suas variedades de arroz de sequeiro. Ao passo que iam sendo entrevistadas, as famílias indicavam outras famílias mantenedoras de arroz de sequeiro entre seus vizinhos ou parentes. Por meio desta metodologia aplicada em duas etapas, um total de 166 famílias foram indicadas como mantenedoras de variedades de arroz de sequeiro.

Entre as 166 famílias indicadas como mantenedoras, 86 ainda produziam anualmente suas variedades e 59 já haviam perdido as sementes ou abandonado o cultivo (21 não foram encontradas na residência). As famílias que ainda cultivavam o arroz de sequeiro a partir de sementes locais eram entrevistadas com base no questionário *Arroz de Sequeiro* (Anexo 1), que abordava questões sobre as variedades (a origem das sementes, o nome da variedade, o tempo de cultivo, as características morfológicas e agrônômicas e os valores de uso) e também sobre a família mantenedora (membro da família responsável pela conservação do arroz, idade, gênero, origem étnica e fonte de renda da família). Caso a família não possuísse mais a variedade, a entrevista era baseada no questionário *Perdas de Variedades* (Anexo 2), contendo perguntas a respeito da variedade perdida e dos motivos que levaram à perda das sementes ou à desistência do cultivo. Os questionamentos foram dirigidos ao responsável pelo cultivo das variedades de arroz, porém em sua ausência, outro familiar capacitado poderia responder as questões.

Também foram entrevistados 12 proprietários de moinhos descascadores de arroz, com a finalidade de conhecer os possíveis gargalos da cadeia produtiva na região. Estas entrevistas basearam-se no questionário *Gargalos da Produção* (Anexo 3), que continha questões referentes às atividades desenvolvidas, o perfil dos funcionários e os principais custos e problemas de manutenção dos equipamentos dos moinhos e descascadores.

Cada entrevista foi realizada por dois pesquisadores e teve duração de uma a duas horas. Cada agricultor entrevistado concedeu um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, por escrito, permitindo a utilização das informações solicitadas, conforme prescrito pela Lei da Biodiversidade (Lei 13.123 de 20/05/2015) (Brasil 2015). Também foram obtidos acordos de cooperação entre a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), por meio do Núcleo de Estudos em Agrobiodiversidade (NEABio), e as organizações que representam os agricultores dos municípios em estudo, por intermédios do Sindicato dos Trabalhadores na Agricultura Familiar (SINTRAF), Movimento de

Mulheres Camponesas (MMC) e Associação dos Pequenos Agricultores Plantadores de Milho Crioulo Orgânico e Derivados (ASSO).

2.3 Análise e distribuição da diversidade

As respostas dos agricultores foram processadas em planilhas eletrônicas e analisadas com base em estatísticas descritivas, considerando a frequência absoluta e relativa para variáveis qualitativas e parâmetros como média, moda, mediana, amplitude, máximo e mínimo para variáveis quantitativas. Quando necessário, as informações foram agrupadas em categorias, como na análise dos valores de usos e preferências.

Para a avaliação da associação entre variáveis qualitativas, foi realizado o teste de independência do qui-quadrado, adotando-se um nível de significância de 5% (graus de liberdade variáveis conforme o caso) com auxílio do software Past (Hammer *et al.* 2001). Com base nesse teste não paramétrico, foram avaliadas associações entre o número de variedades e o tamanho da propriedade; a origem das sementes e o tempo de conservação; o formato de grão e os valores de uso; a cor de grão integral e os valores de uso e; a cor e o formato de grãos. Para os casos de existência de associação entre as variáveis, foi verificado a significância das mesmas a partir do Coeficiente de Contingência de Pearson, considerando uma correlação fraca, para estimativas com valores entre 0 e 0,3; correlação moderada, para estimativas entre 0,3 e 0,7; e correlação forte, entre 0,7 e 1,0 (Moore 2007).

A identificação de grupos morfológicos foi baseada na descrição dos agricultores para a cor e formato de grãos. Para cada um desses caracteres foi calculado o índice de Shannon (H') (Shannon 1948), com auxílio do software Diva-Gis 7.5.0 (Hijmans *et al.* 2001), segundo a equação:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i, \text{ em que:}$$

$p_i = n_i/N$, em que p_i é a abundância relativa (proporção) da característica i na amostra;

n_i = número de variedades com a característica i ;

S = número total de características;

N = Número total de variedades da amostra;

Quando comparadas duas situações, quanto maior o valor do índice calculado, maior a diversidade da amostra (Magurran 1988).

As coordenadas geográficas das propriedades mantenedoras de variedades locais de arroz de sequeiro foram obtidas com auxílio do

Sistema de Posicionamento Global (GPS), durante a realização das entrevistas. A distribuição espacial da diversidade baseada no índice de Shannon para as características morfológicas de grão (cor e formato) foi mapeada dentro de unidades de medida geográfica, constituídas por uma série de células de igual superfície e usando a ferramenta Point to Grid do software Diva-Gis 7.5.0. (Hijmans *et al.* 2001). O mapa dos municípios foi obtido a partir da base cartográfica, na plataforma ‘Mapoteca Topográfica Digital’ de Santa Catarina disponível no site <http://ciram.Epagri.sc.gov.br/mapoteca/>.

3. Resultados e Discussão

3.1 Perfil dos mantenedores

Entre os 86 mantenedores de arroz de sequeiro, foram entrevistados 29 mulheres e 57 homens (Tabela 1). A maioria das famílias entrevistadas (98%) possui propriedades rurais consideradas pequenas (em média, 21,87 hectares) com até quatro módulos fiscais (18 ha em ANC e 20 em GBA), sendo esse um dos fatores que permite a classificação desses agricultores como pertencentes à agricultura familiar.

Em geral, os entrevistados apresentavam idade superior a 50 anos (63%), ensino fundamental incompleto (71%), descendência alemã (41%) ou italiana (41%) e associação ou sindicalização a alguma organização social (84%) (Tabela 1). O número de familiares residentes nas propriedades rurais visitadas variou de uma a oito pessoas, sendo a moda de três residentes. O tempo em que os agricultores residiam na região oscilou de 5 a 65 anos, com média de 39 anos. A principal fonte de renda da família corresponde à venda de produtos agropecuários (leite e/ou derivados, grãos, tabaco, frutas, madeira de pinus e hortaliças), aliada a aposentadoria.

O familiar responsável pelo cultivo e conservação das variedades de arroz é o homem (pai da família) em 43% das indicações, a família toda (pai, mãe, avós, filhos e outros familiares) em 23%, o casal em 15% e a mulher (mãe da família) em 10% (8% não responderam).

Tabela 1. Características socioculturais dos agricultores(as) mantenedores(as) de variedades locais de arroz de sequeiro no Extremo Oeste de Santa Catarina, 2013-2015.

Características	Classe	N	%
<i>Gênero do entrevistado</i>	Mulheres	29	34
	Homens	57	66
<i>Idade do entrevistado</i>	Até 30 anos	2	2
	De 30 a 50 anos	30	35
	Acima de 50 anos	54	63
<i>Escolaridade do entrevistado</i>	Analfabeto	4	5
	Fundamental completo	11	13
	Fundamental incompleto	61	71
	Médio completo	8	9
	Médio incompleto	0	0
	Técnico	1	1
	Superior	0	0
<i>Descendência da família</i>	Sem informação	1	1
	Alemã	27	31
	Alemã e outras	9	10
	Brasileira	5	6
	Italiana	34	40
	Italiana e outras	1	1
	Outras	9	10
Sem informação	1	1	

Continuação...

Característica	Classe	N	%
<i>Residentes por propriedade rural</i>	1 residente	2	2
	2 residentes	16	19
	3 residentes	26	30
	4 residentes	22	26
	Mais de 4 residentes	20	23
<i>Tempo de residência nos municípios</i>	Até 10 anos	3	3
	De 10 a 30 anos	24	28
	De 30 a 50 anos	37	43
	Acima de 50 anos	21	24
	Sem informação	1	1
<i>Principal fonte de renda da família</i>	Agricultura	9	10
	Agricultura e aposentadoria	4	5
	Agricultura e emprego formal	1	1
	Agropecuária	46	53
	Agropecuária e aposentadoria	9	10
	Agropecuária e emprego formal	2	2
	Aposentadoria	12	14
	Emprego Formal	2	2
Emprego Informal	1	1	
<i>Participação em Organização Social*</i>	Não	14	16
	Sim	72	84

* Sindicatos, associações e/ou grupos de encontros.

Continuação...

Característica	Classe	N	%
<i>Responsável pela conservação</i>	Casal	13	15
	Família toda	20	23
	Homem	37	43
	Mulher	9	10
	Sem Informação	7	8

Considerando o tamanho das propriedades e as características dos agricultores entrevistados, o arroz de sequeiro no EOSC é produzido essencialmente pela agricultura familiar. O perfil sociocultural demonstra que tais agricultores pertencem às famílias dos primeiros colonizadores “oficiais” da região⁴.

A identificação dos responsáveis pela conservação é um fator determinante para a promoção da conservação e melhoramento genético participativo de variedades locais. A citação do homem como principal responsável pelo cultivo e conservação das sementes, seguido pelas categorias *família toda* e *casal* indica que as práticas realizadas durante o plantio, cuidado da lavoura e beneficiamento são exaustivos e, quando possível, as tarefas são realizadas conjuntamente entre os familiares. A divisão de tarefas entre homens e mulheres não foi questionada pontualmente pelo presente estudo. Entretanto, por meio dos relatos dos agricultores e da participação de toda a família durante a entrevista, percebe-se que o conhecimento sobre as técnicas de plantio, cuidados com a lavoura, métodos de beneficiamento e armazenamento são divididos entre os familiares. Segundo Hernández (2010), a distribuição de atividades entre os familiares não exclui a participação conjunta do casal nas práticas agrícolas desenvolvidas, sendo esta divisão mais teórica do que prática, onde os homens contribuem com as atividades desenvolvidas essencialmente pelas mulheres e vice-versa.

A participação coletiva dos familiares na produção do arroz de sequeiro é um ponto positivo para a conservação dessas variedades, onde os conhecimentos a respeito da espécie e dos seus tratos culturais são compartilhados, perpetuando sua utilização. O trabalho coletivo dos familiares também deve ser garantido nas etapas de melhoramento participativo, pautando a colaboração de todos os familiares envolvidos na produção durante os momentos de desenvolvimento dos objetivos do melhoramento, de avaliação e seleção das variedades.

Mesmo com baixo número de mulheres responsáveis sozinhas pelo cultivo, em praticamente todas as entrevistas realizadas, elas

⁴ Os primeiros residentes do Oeste catarinense eram indígenas e caboclos descendentes de índios, escravos e peões. Tais populações foram sumariamente expulsas de seus territórios pelas companhias colonizadoras contratadas pelo governo, iniciando o processo de colonização da região (Rossetto 1986; Machado 2004). Assim, em documentos oficiais, os primeiros residentes da região foram famílias de imigrantes italo-germânicos oriundas do Paraná ou Rio Grande do Sul (Nodari 2002) que, após o desmatamento das áreas florestais, iniciaram a construção de suas casas e o cultivo sistemático da terra (Onghero 2013).

estiveram presentes, auxiliando seus esposos, pais ou irmãos a responderem as perguntas, principalmente, no que se referia ao manejo e as características das variedades cultivadas. Detalhes como cor e formato de folhas, flores e grãos, além dos aspectos culinários eram lembrados especialmente pelas mulheres.

Canci (2006) destaca o domínio das mulheres no cultivo e conservação das variedades de arroz no município de Anchieta, pois a elas cabe a responsabilidade da conservação dos cultivos destinados ao consumo da família. Em Cuba, as mulheres atuam especialmente nos momentos de colheita e beneficiamento das sementes de arroz e também são responsáveis por decidir qual variedade será semeada no próximo ano, a partir da avaliação culinária realizada por elas (Moreno *et al.* 2003). No Nepal, um dos centros de origem do arroz, o gênero do agricultor não é considerado um fator significativo na gestão da diversidade, sendo a riqueza de variedades relacionada principalmente à facilidade de acesso aos recursos do que ao gênero do tomador de decisões da propriedade (Rana *et al.* 2007).

3.2 Denominação, origem e tempo de cultivo das variedades

As famílias entrevistadas mantinham 112 variedades, em média 1,3 variedades por propriedade rural, sendo que 68 famílias conservam uma variedade, 13 conservam duas variedades, três conservam três e duas conservam mais de três variedades. Com base no teste qui-quadrado não foi verificada associação entre o tamanho das propriedades e o número de variedades conservadas (G.L. 12, $p > 0,05$).

Foram indicados 35 nomes distintos para as variedades conservadas (Tabela 2). A maioria dos nomes estava associada à cor ou ao formato dos grãos, tais como *Agulha*, *Agulhinha*, *Agulhão*, *Amarelo*, *Amarelinho*, *Amarelão*, *Branco*, *Branquinho*, *Palha Roxa*, *Piriquito*, *Piriquitinho*, *Preto*, *Marrom* e *Vermelho*. Alguns nomes eram compostos, indicando mais de uma característica da variedade, como por exemplo, a variedade *Agulha Branco*. Em outros casos, a característica de grão vinha acompanhada pelo nome do agricultor doador ou da localidade, como por exemplo, o *Branco do Dirceu*, *Branco NL* e o *Casca Preta Argentino*. Outras características de planta foram utilizadas por alguns agricultores para denominar suas variedades, por exemplo, a variedade *Arroz Precoce*, nomeada em função da precocidade do seu ciclo e as variedades *Arroz do Seco Alta* e *Arroz do Seco Baixa*, seco em referência ao sistema de cultivo (sequeiro) e alta e baixa em referência à altura das plantas.

Outros agricultores “batizaram” suas variedades de acordo com o nome do agricultor doador das primeiras sementes, tal como o *Arroz da Fátima Perin*, o *Arroz do Ribas* e o *Arroz Fonseca*, ou ainda, pelo próprio sobrenome da família mantenedora, tal como o *Arroz Sauthier*, evidenciando o apego pela variedade há tempos conservada por sua família.

Uma quantidade expressiva de agricultores não denomina sua variedade (30,36%), seja pelo fato de não saber ou não lembrar o(s) nome(s) ou por chamarem a variedade simplesmente de *Arroz*. Outras denominações generalistas são utilizadas, tais como os nomes *Arroz Antigo*, *Arroz Caseiro*, *Arroz Comum*, *Arroz de Casa* e *Arroz pro Gasto*. Ainda, um agricultor diferenciou sua variedade chamando-a de *Arroz Comprado*. Com nomes distintos e sem referência às características de planta, grão, agricultor doador ou família conservadora, estão às variedades *Caiapó*, *Mato Grosso* e *Santa Helena*.

Tabela 2. Identificação das variedades locais de arroz de sequeiro conservadas no EOSC, 2013-2015.

Nomes	N	%	Nomes	N	%
Branco (grão)	11	9,82	Caiapó (cultivar obsoleta)	1	0,89
Amarelão (grão)	9	8,04	Casca preta Argentino (grão e localidade)	1	0,89
Agulhinha (grão)	7	6,25	Comprado (simplista)	1	0,89
Preto (grão)	6	5,36	Comum (simplista)	1	0,89
Amarelo (grão)	4	3,57	Arroz da Fátima Perin (doador)	1	0,89
Piriquitinho (grão)	4	3,57	Arroz do Fonseca (doador)	1	0,89
Vermelho (grão)	4	3,57	Arroz do Ribas (doador)	1	0,89
Amarelinho (grão)	3	2,68	Seco Alto (porte de planta)	1	0,89
Piriquito (grão)	3	2,68	Seco Baixo (porte de planta)	1	0,89
Colonial (simplista)	2	1,79	Do Valdemar (doador)	1	0,89
Crioulo (simplista)	2	1,79	Marrom (grão)	1	0,89
Agulha (grão)	1	0,89	Mato Grosso (localidade)	1	0,89
Agulha Branco (grão)	1	0,89	Palha Roxa (grão)	1	0,89
Agulhão (grão)	1	0,89	Precoce (característica agrônômica)	1	0,89
Antigo (simplista)	1	0,89	Santa Helena (localidade)	1	0,89
Branco do Dirceu (grão e doador)	1	0,89	Sauthier (sobrenome família)	1	0,89

Continuação...

Nome	N	%	Nome	N	%
Branco NL (grão)	1	0,89	Sem nome (não lembra)	18	16,07
Branquinho (grão)	1	0,89	Sem nome (arroz)	16	14,29

*Simplista: em referência a uma denominação mais generalizada.

Analisar a diversidade de nomes atribuídos pelos agricultores para medir a diversidade de uma determinada espécie, em uma unidade de produção, comunidade ou região, corresponde a uma etapa preliminar da medição da diversidade (Sthapit *et al.*, 2007) e deve ser realizada com cautela. Diferentes publicações a respeito da diversidade de cultivos têm demonstrado que, em alguns casos, a diversidade de nomes não está relacionada a uma elevada diversidade genética. No caso de variedades de arroz conservadas em regiões de elevadas altitudes no Nepal, nomes distintos são utilizados para variedades geneticamente semelhantes e, neste caso, os nomes são indicadores inconsistentes da identidade genética das variedades locais de arroz (Bajracharya *et al.* 2006). De forma semelhante, para outras espécies conservadas no EOSC, como no caso do milho, variedades com denominações distintas apresentaram grandes similaridades genéticas, bem como variedades de nomes semelhantes apresentaram baixa similaridade (Ogliari *et al.* 2007).

Devido à ausência de uma rede formal de produção e comercialização de arroz no EOSC, qualquer variedade que seja produzida para o consumo da família é reconhecida pelos agricultores como uma variedade *caseira*, *crioula*, *comum* ou *para o gasto*. A utilização de denominações generalistas dificulta a individualização das variedades. Nestes casos, duas famílias que chamam suas variedades, por exemplo, de *Arroz Caseiro* podem estar conservando exatamente a mesma variedade ou duas variedades completamente distintas. Todavia, os nomes generalistas estão relacionados, principalmente, a origem da variedade e ao seu histórico de produção. Ao chamar suas variedades de *caseiras*, *comuns*, *crioulas* ou *para o gasto*, os agricultores as distinguem das cultivares melhoradas pelas instituições de pesquisa e sinalizam que o cultivo ocorre em função do consumo familiar.

Entre os nomes citados pelos agricultores, nenhum corresponde a cultivares comerciais atualmente recomendadas pela EMBRAPA (Embrapa 2014a). O nome *Caiapó*, citado por um agricultor, faz referência a uma cultivar comercial de arroz de sequeiro lançada em 1994, oriunda do cruzamento múltiplo entre quatro linhagens e sucessivas fases de avaliação e seleção realizadas em estados do Centro-Oeste e Nordeste brasileiro (Soares *et al.* 1993). Todavia, tal variedade não é mais encontrada nos catálogos oficiais de recomendação de cultivares.

Entre os 550 acessos de arroz da coleção nuclear conservada pela Embrapa Arroz e Feijão, 308 são de variedades tradicionais coletadas em diferentes regiões do Brasil (Abadie *et al.* 2005). Os acessos dessa

coleção coletados em Santa Catarina são as linhagens/cultivares irrigadas Empasc 103, Empasc 104, SCS BRS 111, SCS BRS 112, Epagri 107 e Epagri 108; as variedades tradicionais de sequeiro Mato Grosso (Nova Erechim), Preto (Nova Erechim), Branco Precoce (Saudades) e Amarelão Precoce (Palmitos) e as variedades tradicionais de sistema facultativo (tanto irrigado como sequeiro) Amarelão (Porto União), Amarelinho (Porto União), Praiano (Porto União), Branco (Mafra), Amarelo (Mafra), Branco e Amarelo (Massaranduba), Amarelo (Massaranduba) (Embrapa 2014b).

Variedades coletadas na região Oeste de Santa Catarina por Fonseca & Vieira (2001) foram identificadas como *Arroz Zoletti*, *Ligeirinho*, *Branco Precoce*, *Ligeiro*, *Quatro meses*, *Curto*, *Arroz Bom*, *Curto Colonial*, *Branquinho*, *Bonito*, *Miúdo*, *Comum Antigo*, *Arabutã*, *Agulha*, *Prata*, *Palha Roxa*, *Branco Antigo*, *Pratinha*, *Amarelinho Miúdo*, *Arroz da Colônia*, *Amarelão*, *Amarelinho*, *Caqui*, *Mato Grosso*, *Bonafin*, *Branco*, *Comum* e *Arroz Preto*. Nove desses nomes também foram relatados pelos agricultores do EOSC.

A maioria das variedades (57%) foi obtida pelas atuais famílias mantenedoras por meio de relações sociais e sem envolvimento monetário. As doações partem de vizinhos, parentes, sindicatos, empresa de extensão rural ou de desconhecidos em feiras de sementes. Ainda, 26% das famílias receberam suas sementes como herança dos pais e avós, mantendo a produção da mesma variedade dentro da família por mais de uma geração (Tabela 3). O grande percentual de agricultores que citaram já ter doado sementes de sua variedade (75%) evidencia o dinamismo da conservação deste recurso fitogenético no EOSC. Na grande maioria das vezes, o nome da pessoa receptora das sementes era esquecido pelo doador, sugerindo como esta ação é corriqueira na relação dos agricultores.

O tempo médio de conservação das variedades foi de 12,31 anos e cerca de 40% das variedades são conservadas há mais de 10 anos pela mesma família. O tempo analisado em classes divididas em períodos de cinco anos indica que 44% das variedades já eram cultivadas por um período de um a cinco anos, 16% de 6 a 10 anos, 29% de 11 a 30 anos e 9% conservadas por mais de 30 anos (2% não responderam). Entre as variedades cultivadas de um a cinco anos, 38,78% foram obtidas por meio de doações de vizinhos da comunidade, sugerindo que a existência da variedade na região ocorre há mais tempo do que o período de cultivo citado pela família entrevistada.

A análise do teste qui-quadrado entre as variáveis origem e tempo de cultivo da variedade apontou uma associação significativa (G.L. 9, $p < 0,05$), com significância moderada (coeficiente de contingência = 0,58), confirmando que, quando obtidas por herança, o tempo de cultivo é maior do que quando obtidas por meio dos outros processos.

Tabela 3. Origem das sementes e tempo de conservação pela família entrevistada das variedades locais de arroz de sequeiro conservadas no EOSC, 2013-2015.

Origem			Tempo de conservação (anos)		
	(N)	(%)	Mínimo	Máximo	Média
Vizinhos	35	31	1	29	7,30
Herança	29	26	1	60	26,83
Comprada em agropecuária	16	14	1	20	8,62
Empresa de extensão rural	13	12	1	20	6,87
Parentes	7	6	1	5	2,85
Sindicato	5	4	1	34	13,8
Feiras de sementes	3	3	1	4	2,33
Comprada de agricultor	1	1	4	4	4
Selecionou de outra	1	1	19	19	19
Moinho	1	1	1	1	1
Sem informação	1	1	1	1	1
Total/Média	112	100	2,90	17,90	8,50

As doações e trocas de sementes possuem grande importância na gestão da diversidade de arroz de sequeiro no EOSC. Devido à natureza dinâmica dessas atividades, as variedades que não são produzidas em um ano, em função da baixa germinação, perda de vigor ou, até mesmo, por influência de condições climáticas não satisfatórias para o cultivo, podem ser readquiridas com o doador inicial ou com outros agricultores da região. Além disso, novas variedades podem ser adquiridas e testadas pelo agricultor e, caso a nova variedade possua uma produtividade aceitável e características culinárias apreciadas pelos agricultores, o cultivo é continuado.

3.3 Diversidade morfológica e sua distribuição geográfica

A descrição dos grãos realizada pelos agricultores apontou que 30% das variedades produzidas possuem grãos do tipo curto-arredondado, 31% são do tipo longo e 21% do tipo longo-fino (18% não sabem qual tipo do grão produzido). Foram descritas nove cores de grão integral, sendo elas: *Amarelo* (55% das indicações), *Amarelo-escuro* (8%), *Branco* (8%), *Vermelho* (6%), *Marrom* (4%), *Preto* (3%), *Amarelo-claro* (4%), *Creme* (2%) e *Cinza* (1%) (9% sem informação).

Com base no teste qui-quadrado não foi verificada associação entre o formato e a cor dos grãos (G.L. 14, $p > 0,05$). Desta forma, grãos curto-arredondados, longos ou longo-finos podem apresentar todas as cores descritas pelos agricultores.

Foram identificados nove grupos morfológicos (GMs) de acordo com as diferentes combinações existentes entre a cor e o formato dos grãos (Tabela 4). Os GMs mais representativos foram o LAM (longo amarelo), descrito para 27 variedades e o CAM (curto-arredondado amarelo), descrito para 26 variedades, enquanto que os GMs menos representativos foram o CBR (curto-arredondado branco), descrito para duas variedades, e o LFB (longo-fino branco), para três variedades. Não foram descritos os grupos morfológicos para 20 variedades, uma vez que os agricultores conservadores destas variedades não souberam informar o formato ou a cor de grão.

A caracterização dos agricultores indicou a existência equilibrada dos diferentes formatos de grão. Dentre as cores, os diferentes tons de amarelo (escuro, médio e claro) e as cores creme e cinza não são reconhecidos nos descritores mínimos da cultura do arroz (Brasil 1997, Bioversity International *et al.* 2011). Estas tonalidades podem corresponder às tonalidades de pericarpo pardas e pardo-claras sugeridas pelos descritores da literatura científica.

A análise da diversidade fenotípica de variedades conservadas em outros municípios do Oeste catarinense demonstrou variações em relação à cor do ápulo, à pubescência e à coloração de glumelas (Fonseca & Vieira 2001). A avaliação de 18 variedades conservadas em Anchieta, Guaraciaba e Paraíso apontou a predominância de cariopses de cor *branca*, formato de grão *alongado*, glumelas *amarelo-palha* e glumas estéreis *palha*. As 18 variedades avaliadas apresentaram variação qualitativa em relação aos caracteres morfológicos de grão e variação quantitativa, em relação a caracteres fenológicos e agrônômicos, que podem ser exploradas em programas de melhoramento genético (Gonçalves *et al.* 2013).

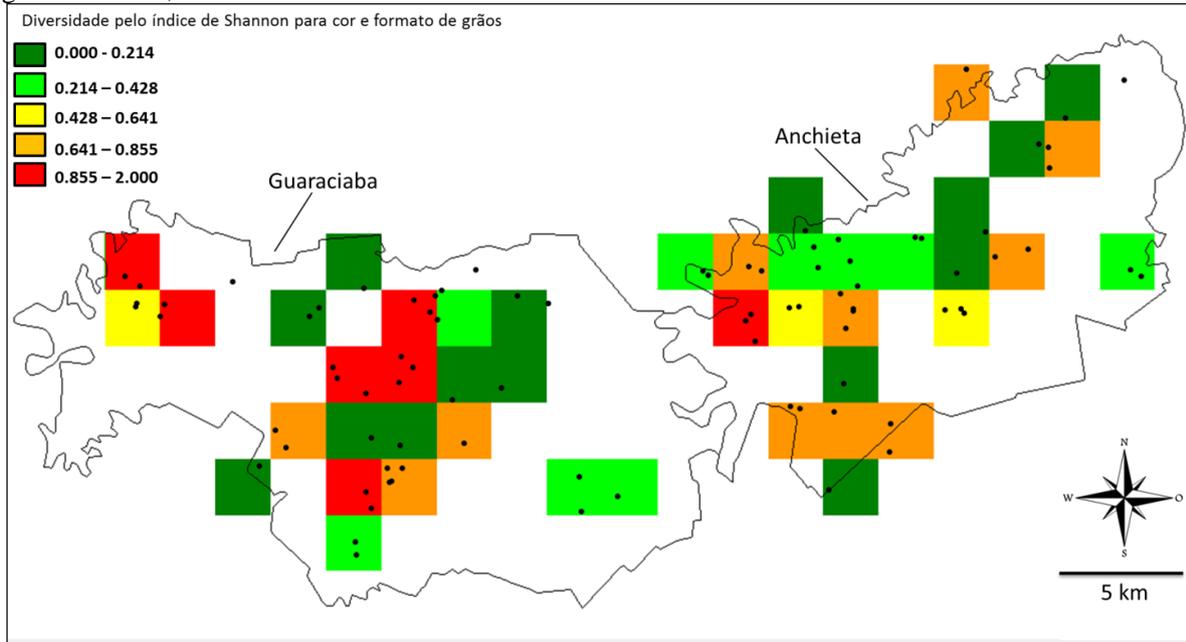
Tabela 4. Grupos morfológicos identificados com base no formato e cor de grão integral de variedades locais do EOSC, 2013 – 2015.

GM	Sigla	Formato	Cor	N
1	CBR	Curto- arredondado	Branco	2
2	CAM		Tons amarelos	26
3	CES		Tons escuros	6
4	LBR	Longo	Branco	4
5	LAM		Tons amarelos	27
6	LES		Tons escuros	4
7	LFB	Longo-fino	Branco	3
8	LFA		Tons amarelos	17
9	LFE		Tons escuros	3
Total	-	-	-	92

CBR curto-arredondado branco; CAM curto-arredondado amarelo; CES curto-arredondado escuro; LBR longo branco; LAM longo amarelo; LES longo escuro; LFB longo-fino branco; LFA longo-fino amarelo; LFE longo-fino escuro.

O índice de Shannon apontou valores de 1,442 para cor e 1,082 para formato de grão. A distribuição espacial da diversidade desses caracteres apontou 18 regiões com elevada diversidade (vermelho e laranja) (Figura 1). Em Anchieta, apenas uma região, correspondente à comunidade Prateleira, foi identificada como detentora de elevada diversidade ($H' = 0,855$ a 2,000), com registro de 11 variedades. Em Guaraciaba, foram identificadas seis regiões com elevada diversidade, localizadas nos entornos das comunidades Ouro Verde e São Vicente; Sede Flores, Tigre e São Roque e; Olímpio e São Luiz.

Figura 1. Distribuição geográfica da diversidade de variedades de arroz de sequeiro, segundo a morfologia de grão no EOSC, 2013-2015.



Os valores do índice de Shannon para as características de grão possibilitam a comparação da diversidade existente no EOSC com a diversidade de outras regiões. Bajracharya *et al.* (2006) publicaram valores de índice de Shannon para diversas características qualitativas de variedades locais cultivadas em regiões de elevadas altitudes no Nepal, sendo a média dos índices 0,23. Tal valor foi considerado baixo pelos autores, que atribuem à forte pressão de seleção em ambientes extremos como o fator responsável pela baixa diversidade. Para a cor de grão, as variedades nepalesas apresentaram o índice igual a 0,80, enquanto as variedades do presente estudo apresentaram o valor de 1,442, quase duas vezes maior do que o encontrado no Nepal. Dikshit *et al.* (2013) avaliaram a diversidade de 105 variedades da região de Santhal Parganas, na Índia, e o índice de Shannon publicado pelos autores para a cor de grão foi 0,87, valor também inferior ao encontrado pelo presente estudo.

A explicação para que o índice de diversidade da cor de grão encontrado no presente trabalho fosse maior do que os índices estabelecidos para variedades locais de regiões consideradas centros de origem e diversidade da espécie *O. sativa* pode residir no fato do cálculo do índice ter sido presentemente realizado com base nas descrições dos agricultores, que apontaram cinco tonalidades de pericarpo, além das descritas pela literatura científica. Todavia, aspectos ecológicos e culturais específicos da região podem estar envolvidos nessa maior diversidade de cores indicadas.

As regiões (comunidades) indicadas como detentoras de elevados índices de diversidade no EOSC podem ser consideradas localidades pioneiras para instauração de estratégias integradas de conservação *in situ* e *ex situ* e para o desenvolvimento de programas de melhoramento genético participativo. A elevada diversidade em determinadas comunidades reflete a presença de agricultores nodais. Tais agricultores estão constantemente trabalhando em atividades de experimentação e seleção de variedades mais adaptadas a sua propriedade, ao seu modo de cultivo e ao gosto de consumo de sua família (De Boef 1998), são detentores de uma diversidade maior que a da comunidade, são doadores ativos de sementes e estão sempre em busca de conhecer e produzir novas variedades (Sthapit *et al.* 2004). Essas particularidades foram observadas na comunidade Prateleira (Anchieta), onde um único agricultor era responsável pela manutenção de seis variedades de arroz.

Também há de se considerar a necessidade de acompanhar as localidades com os menores índices de diversidade, uma vez que nestes locais Sthapit *et al.* (2004) destaca que podem existir variedades

exclusivas ou raras, também importantes para conservação da diversidade.

Osório (2015) discute que agricultores do EOSC que conservam variedades de arroz de sequeiro também são aqueles que conservam uma maior diversidade de cultivos. Além do arroz, estas famílias frequentemente conservam variedades de feijão, fava, inhame, tremoço, trigo, porongo, milho doce, batata salsa, lentilha, berinjela, quiabo, cará do ar, cará da terra, agrião, alface, dente de burro, melancia de porco, grão de bico, soja, nabo e sorgo, espécies utilizadas principalmente para o autoconsumo. Tal constatação levantada pelo autor corrobora com os resultados do presente trabalho, de que agricultores conservadores de arroz são considerados tradicionais, cultivam diferentes variedades, sobretudo para a alimentação da família, prezando pela segurança e pela qualidade dos alimentos consumidos.

3.4 Valores de usos e preferências

Os valores agronômicos, adaptativos e de usos foram levantados a partir das respostas dos agricultores à pergunta: *Por que você conserva esta variedade?* Foram mencionadas 153 indicações de valores de uso, agrupados em seis categorias (Tabela 5) - *Valores agronômicos* (31,4% de citações); 2) *Valores adaptativos* (5,2%); 3) *Valores culinários* (26,1%); 4) *Cultura* (21,6%); 5) *Saúde* (7,8%); 6) *Segurança* (3,9%) – e divididas em 16 subcategorias. Os valores agronômicos foram os mais indicados pelos agricultores, especialmente as subcategorias rendimento e produtividade. Contudo, a qualidade culinária dos grãos merece destaque, por ter sido a resposta mais mencionada individualmente.

Com base no teste qui-quadrado não foi verificada associação entre o formato de grãos e os valores de uso (G.L. 6, $p > 0,05$), nem entre a cor de grãos e os valores de uso (G.L. 6, $p > 0,05$). Ainda, a análise da presença dos diferentes GMs nas subcategorias de usos (Tabela 5) indica que as diferenças morfológicas de grão pouco influenciaram na observação dos motivos de conservação apresentados pelos agricultores, uma vez que categorias como a *boa produtividade, bom rendimento, para pratos da culinária local, qualidade culinária, não gosta do comercial e tradição* apresentaram variedades pertencentes a praticamente todos os GMs existentes. Tal fato sugere a inexistência de um tipo preferencial de grão entre as famílias mantenedoras de arroz de sequeiro do EOSC.

O arroz produzido por estes agricultores está presente diariamente nas principais refeições (almoço e jantar) da família, seja cozido na

forma de arroz branco ou em pratos da culinária local, tais como sopa, mingau, galinhada, risoto, carreteiro e bolinho de arroz. Também são relatados usos em sobremesas, tais como o arroz doce ou arroz com leite.

Foram citados quatro diferentes usos medicinais envolvendo as variedades de arroz. Dois agricultores mencionaram o uso da “água do arroz” (água utilizada para lavagem ou cozimento dos grãos) para o controle de distúrbios gastrointestinais; oito citaram o uso dessa água no controle da oleosidade da pele; um citou o uso para combate à osteoporose; e 12 indicaram o uso como suplemento vitamínico dado às crianças.

Questionadas “*se gostam mais do arroz produzido em casa ou do arroz comercial*”, 94% das famílias indicaram preferência pela variedade local, 1% assumiu preferir o arroz comercial e 5% disseram que depende do prato. Os principais motivos para esta escolha aludem ao sabor e a textura dos grãos e à sua natureza mais saudável, devido à ausência de agroquímicos utilizados na produção.

Quanto à resistência a fatores abióticos e bióticos, os agricultores classificaram a maioria das variedades como suscetível ao frio (85%) ou à seca extrema (80%) e com boa resistência a doenças (47%) e pragas (72%). Segundo os agricultores, a maioria das variedades apresenta de moderada a elevada resistência ao degrane natural (59%) e ao acamamento (70%). Quanto à quebra de grãos após o descasque, 34% dos agricultores classificou sua variedade como resistente, outros 41% associaram os grãos quebrados às práticas do manejo pós-colheita, como a forma de secagem, o armazenamento de grãos e ao descascador utilizado. Todavia, esses atributos devem ser analisados com mais acuidade a fim de se detalhar o comportamento adaptativo das variedades perante situações de estresse.

Tabela 5. Valores de uso e preferências das variedades locais de arroz de sequeiro conservadas no EOOSC, 2013-2015.

Categorias	Sub-categorias	N	%	Grupos Morfológicos
<i>Valores agrônômicos</i>	Arquitetura de planta	7	4,58	CAM 3; CES; LFA; SI 2
	Baixo degrane	1	0,65	LAM
	Boa produtividade	21	13,73	CAM 5; CES; LAM 7; LBR; LES; LFA 2; SI 4
	Bom Rendimento	19	12,42	CAM 3; CES; LAM 8; LFA; LFE 2; SI 4
Sub-total		33	21,57	9
<i>Valores adaptativos</i>	Adaptada ao local	2	1,31	CAM; LAM
	Precocidade	2	1,31	CAM; LAM
	Resistência biótica/abiótica	4	2,61	LAM 3; LFE
Sub-total		8	5,23	3
<i>Valores culinários</i>	Pratos da culinária local	9	5,88	CAM; CES; LBR; LAM; LES; LFB; LFA 2; SI
	Qualidade culinária	31	20,26	CBR; CAM 7; CES; LAM 10; LES 2; LFA 4; LFE; SI 5
Sub-total		40	26,14	7

Números após a sigla do grupo morfológico (GM) indicam a quantidade de variedades com as características do GM na subcategoria de valores de uso. Siglas sem número indicam a existência de apenas uma variedade. CBR curto-arredondado branco; CAM curto-arredondado amarelo; CES curto-arredondado escuro; LBR longo branco; LAM longo amarelo; LES longo escuro; LFB longo-fino branco; LFA longo-fino amarelo; LFE longo-fino escuro; SI sem informação.

Continuação...

Categoria	Sub-categoria	N	%	Grupos Morfológicos
<i>Cultural</i>	Não gosta do comercial	15	9,80	CBR; CAM 5; LBR; LAM; LFB 2; LFA 3; LFE; SI
	Tradição	10	6,54	CAM 2; CES; LAM 2; LES; LFB 2; LFA 2
	Sentimento pelas sementes	3	1,96	CES; LAM; LFA
	Economia	5	3,27	CAM; LBR; LAM; LFA 2
Sub-total		33	21,57	9
<i>Saúde</i>	Alimento saudável	8	5,23	CAM 3; LAM 3; LFA; SI
	Ausência de agrotóxicos	4	2,61	CAM 3; LFA
Sub-total		12	7,84	3
<i>Segurança</i>	Evitar perdas na produção	6	3,92	CES; LBR; LES; SI 3.
Sub-total		6	3,92	3
<i>1º plantio*</i>	Sem informações	6	3,92	-
Sub-total		6	3,92	-
TOTAL		153	100	

*Primeiro ano de cultivo da variedade pela família entrevistada e, por isso, ainda não possuem informações sobre a variedade. Números após a sigla do grupo morfológico (GM) indicam a quantidade de variedades com as características do GM na subcategoria de valores de uso. Siglas sem número indicam a existência de apenas uma variedade. CBR curto-arredondado branco; CAM curto-arredondado amarelo; CES curto-arredondado escuro; LBR longo branco; LAM longo amarelo; LES longo escuro; LFB longo-fino branco; LFA longo-fino amarelo; LFE longo-fino escuro; SI sem informação.

A maioria das famílias mantém uma variedade de arroz, o que já é o suficiente para suprir o consumo da família durante um ano. Os valores de uso das variedades estão relacionados primordialmente à produtividade, às características culinárias e às questões financeiras. Em alguns casos, a variedade é continuamente conservada por apresentar uma boa produtividade e bom rendimento. Todavia, a qualidade culinária dos grãos é o fator essencial para a produção, visto que a finalidade do cultivo do arroz é estritamente o consumo de grãos cozidos. Em algumas propriedades, os rejeitos do descasque são utilizados para a ração animal; no entanto, esse uso não foi lembrado quando questionado os motivos para a conservação das variedades de arroz.

Os motivos da categoria *Cultura* evidenciaram a importância das variedades num contexto cultural e econômico da região. A menção de “*não gostar do arroz comercial*” sugere a preferência pelo aroma, textura e sabor dos grãos produzidos em suas propriedades, além da indicação da valorização de suas culturas e tradições. Para 28% dos agricultores, as variedades produzidas em casa são mais saudáveis por estarem isentas de agroquímicos. Segundo o agricultor CG (71 anos) “*o arroz de mercado tem veneno; ao se cozinhar, já sente o cheiro*”; a agricultora MGL (50 anos) coloca que “*produzimos em casa porque é mais saudável, bom para a saúde*”. Em geral, o que é cultivado para o consumo da família é produzido de forma mais sustentável, com grande esforço humano para o manejo de plantas invasoras, pragas e doenças. Nessa perspectiva, também se observa uma questão econômica, uma vez que o uso de agroquímicos é direcionado para produtos comerciais.

Citações como “*tradição*” e/ou “*sentimento pelas sementes*” denota a vocação dos agricultores em conservar tal recurso, sendo estes agricultores considerados potenciais agricultores nodais e parceiros em programas de incentivo à conservação. A subcategoria “*economia*” sugere que mesmo com as facilidades atuais em se adquirir produtos alimentícios nos mercados, a produção do arroz em casa ainda é uma alternativa viável para a família, tornando-se mais barato a produção e armazenamento ao longo dos anos.

O sabor e a textura dos grãos estão entre as características organolépticas mais apreciadas pelos agricultores. O preparo de pratos da culinária local, como a galinhada, o risoto, o carreteiro e a sopa, requer a propriedade cremosa dos grãos, relatada pelos agricultores como o arroz empapado (textura mais cremosa). A qualidade culinária e sensorial do arroz inclui parâmetros como o tempo de cozimento (Juliano 2003), a textura do arroz cozido (Champagne *et al.* 1999), o

aroma e sua retenção após o cozimento (Fitzgerald *et al.* 2008) e a capacidade de manutenção da maciez após o cozimento (Philpot *et al.* 2006), além das particularidades químicas dos grãos, sobretudo com relação ao amido (Kong *et al.* 2015). Considerando o tipo de cultivo e a característica cremosa dos grãos após o cozimento, as variedades produzidas no EOSC podem ser classificadas como japônicas. De acordo com Mehta *et al.* (2004), o subgrupo japônica apresenta grãos curtos e glutinosos (pegajosos), geralmente, cultivados em campos secos, enquanto o subgrupo índica possui grãos longos, não glutinosos, geralmente cultivados em áreas submersas.

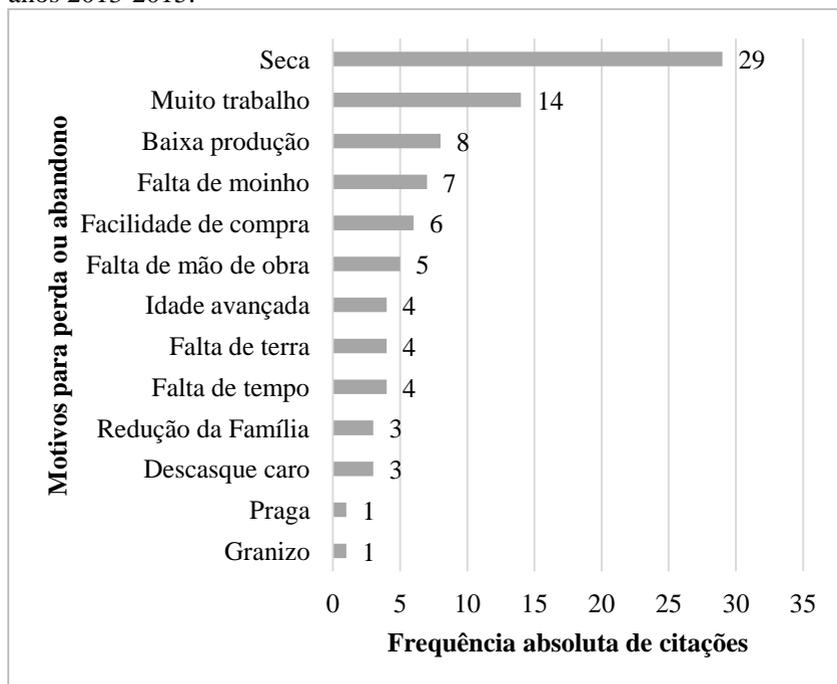
3.5 Fatores facilitadores da erosão genética

Dentre as famílias indicadas inicialmente como mantenedoras de variedades de arroz, 59 já haviam perdido as sementes ou abandonado o cultivo no momento da entrevista. O tempo decorrido entre a indicação e a entrevista foi de no máximo dois anos, o que evidencia a ocorrência recente dos processos de erosão genética deste recurso.

Assim como as variedades locais conservadas atualmente, as variedades perdidas/abandonadas eram produzidas essencialmente para o consumo da família. Anteriormente à perda ou ao abandono, as variedades haviam sido cultivadas em média por 22 anos, com mínimo de quatro anos e máximo de 50 anos. Os processos de perda de sementes ou abandono do cultivo tornaram-se mais frequentes nos últimos 10 anos, principalmente, nos últimos cinco anos. Dentre as variedades citadas como perdidas, os nomes *Casca Preta*, *Pontinha Preta*, *Paraguaio* e *Sequeiro Germinal* não foram citados por agricultores que ainda cultivam anualmente o arroz (Tabela 2). Estas variedades podem ter sido lentamente trocadas por outras mais adaptadas à região ou seus nomes simplesmente não foram lembrados pelos atuais cultivadores, já que grande parte deles denomina sua variedade simplesmente de arroz ou de outras nomeações generalistas.

Foram citados 89 motivos relacionados à perda de sementes ou ao abandono do cultivo, que foram distribuídos em 13 categorias (Figura 2). A *seca* foi o motivo mais citado, seguido pelos motivos *muito trabalho no cuidado da lavoura* e *baixa produção*.

Figura 2. Motivos de perda de sementes ou abandono do cultivo de variedades locais de arroz de sequeiro citados por agricultores no EOSC, anos 2013-2015.



As perdas de sementes estão associadas principalmente aos motivos ambientais, como *períodos prolongados de seca, intempéries climáticas* (granizo) e *surtos de pragas na lavoura*. Durante estes eventos inesperados, caso o agricultor não tenha sementes para o replantio, a variedade acaba perdida. Já os motivos relacionados a “*baixa produtividade, muito trabalho no cuidado da lavoura, idade avançada, redução da família, falta de mão de obra, falta de tempo, falta de terra, falta de moinhos, preços altos de descasque e facilidade de compra*” diminuem o ânimo da família em continuar conservando a variedade, ocorrendo então o abandono do plantio.

Tanto em situações de perda de sementes como de abandono do cultivo, alelos e combinações gênicas são perdidos, culminando com a uniformidade das variedades cultivadas em um local, limitando o potencial de resiliência do cultivo perante situações de estresse biótico e abiótico e predispondo-os à vulnerabilidade genética, responsável por

grandes perdas agrícolas em situações atípicas (Jarvis *et al.* 2000; FAO 2010). O desaparecimento de variedades locais conservadas *in situ - on farm* pode ser explicado por múltiplas causas, envolvendo fatores ambientais e fatores socioculturais. Diagnosticar os processos de desaparecimento de variedades locais decorrentes da perda de sementes ou do abandono do cultivo constitui um passo fundamental na elaboração de estratégias adequadas de conservação com finalidade de prevenção da erosão genética.

O EOSC tem sofrido mudanças ambientais e sociais. No domínio ambiental, mudanças nos padrões de chuva, períodos de estiagem, baixa fertilidade do solo, solos ácidos e surtos de pragas e doenças, são variações que têm limitado a produção e a produtividade dos cultivos em pequena escala (Ogliari *et al.* 2013). No âmbito sociocultural, modificações no estilo de vida da família rural associado ao baixo rendimento da atividade agrícola são fatores que enfraquecem a agricultura familiar (Aguiar & Strapasola 2010), colocando em risco determinadas culturas.

Períodos de estiagem estão se tornando frequentes no Oeste catarinense, constituindo um permanente risco para seus habitantes (Espíndola & Nodari 2012). Segundo a Defesa Civil do estado de Santa Catarina, nos últimos 12 anos, foram publicados 1.003 decretos de estiagem (Santa Catarina 2014a) e apenas nos primeiros seis meses de 2014 foram 57 decretos municipais em todo estado. Neste período, tanto Anchieta como Guaraciaba possuem um decreto de estiagem (Santa Catarina 2014b). Os meses de seca, em geral, correspondem aos meses finais do ciclo da cultura do arroz, abrangendo a fase de enchimento de grãos. Nesse estágio de desenvolvimento do arroz, a falta de água impede a formação completa dos grãos e a produtividade das panículas é reduzida. Como medidas para evitar à redução da produção durante a seca, dois dos agricultores entrevistados semeiam variedades distintas em diferentes semanas, possibilitando uma produção mínima, caso ocorram secas ou outras intempéries nos períodos de cultivo. O agricultor N. L. (68 anos) exemplifica a razão de possuir mais de uma variedade em sua propriedade: “*Uma delas sempre acaba escapando da seca, por diferenças do ciclo*”.

A deficiência hídrica no início da emissão das panículas provoca reduções na ordem de 60 a 87% da produtividade de grãos (Stone *et al.* 1986). A irrigação por aspersão, nesta fase, poderia diminuir as perdas relatadas pelos agricultores. Arf *et al.* (2001) apontam que em anos de veranico, a irrigação suplementar por aspersão propicia incrementos de até 177% na produção de grãos de arroz.

Todavia, considerando que os agricultores entrevistados mencionaram: 1) que a seca é o principal problema causador da erosão genética de variedades de arroz de sequeiro e 2) que as variedades possuem uma baixa resistência à seca, questiona-se por quê eles ainda conservam tais variedades? Em um contexto geral, a baixa produção em um ano com ocorrência de seca já é o suficiente para família consumir até a outra safra e mais uma vez, a preferência alimentar pelos grãos produzidos é item fundamental para reposta a essa questão.

Além das questões ambientais, fatores socioeconômicos têm influenciado a conservação das variedades locais de arroz de sequeiro. A população rural da região do EOSC tem apresentado uma redução no número de familiares, um amplo êxodo de jovens para centros urbanos e o envelhecimento dos responsáveis pelas propriedades. Tal fato também foi observado em outros estudos realizados por Ferrari (2003) e Aguiar & Stropasola (2010). Além disso, as atuais atividades rurais como a pecuária leiteira e a suinocultura demandam muita mão de obra por parte dos familiares envolvidos. Todos estes apontamentos acabam reduzindo o tempo e a vontade para os cuidados com as culturas menores, não utilizadas para geração de renda da família.

A idade avançada e o número reduzido de familiares residentes nas propriedades rurais evidenciam o êxodo rural atuante na região. Ferrari (2003) estima que quase 30% dos estabelecimentos rurais da região não tem sucessores ou apenas um filho(a) mora com os pais, o que dificulta a produção agrícola nessas comunidades. A partir de 1980 inicia-se uma das maiores evasões rurais na região, em que famílias mais jovens e filhos de habitantes dos municípios, partem para outras regiões do país ou para o perímetro urbano (IBGE 2017b). Para ambos os municípios, é previsto uma redução na população residente para os próximos anos (IBGE 2017ab).

A tomada de decisões sobre o que será produzido nas safras seguintes é significativamente influenciada pela idade avançada e pelo número de residentes. Segundo os agricultores entrevistados, a redução do número de familiares diminuiu consideravelmente a quantidade de arroz consumida pela família, não sendo mais necessária a condução de grandes lavouras. Além disso, com o avanço da idade, as atividades rurais tornam-se cada vez mais árduas e exaustivas, o que também afeta a decisão da continuidade ou não da produção. Essas alterações no estilo de vida dos agricultores são alguns dos motivos relacionados ao abandono do cultivo do arroz na região do EOSC.

Variedades com menor rusticidade e que dependam de muitas intervenções humanas em seu cultivo são fortes candidatas a erosão. O

trabalho exaustivo na lavoura de arroz, especialmente no combate às plantas invasoras e nas atividades de colheita e beneficiamento dos grãos, foi um dos motivos mais citados para o abandono do cultivo das variedades de arroz de sequeiro. A atual facilidade de compra permitiu aos agricultores que deixassem de cultivar o seu arroz, dedicando o tempo destinado aos cuidados desta lavoura para outras atividades.

A redução do número de familiares, o êxodo dos jovens para os centros urbanos e a idade avançada dos agricultores são fatores que ocasionam um número reduzido de pessoas aptas ao árduo trabalho de manutenção da lavoura de arroz de sequeiro. A falta de mão de obra sobrecarrega os poucos responsáveis pela propriedade e as culturas produzidas apenas para o consumo sem a finalidade lucrativa são deixadas de lado, “para quando sobrar tempo”. Segundo os agricultores, o número reduzido de familiares para comer em casa não compensa o gasto energético empregado na manutenção da lavoura de arroz, sendo mais fácil a aquisição dos grãos em mercados.

As entrevistas com os proprietários de moinhos descascadores de arroz apontaram a existência de seis moinhos ativos e seis desativados. Segundo os entrevistados, os principais motivos para a desativação dos equipamentos de moagem e descasque foram *problemas de saúde* (29%), *idade avançada dos proprietários* (21%), *falta mão de obra* (21%), *baixa demanda para o descasque* (14%) e *problemas estruturais* (falta de peças e custo elevado para manutenção) (14%).

Mesmo com descascadores ativos na região, alguns agricultores alegaram dificuldades em se encontrar moinhos funcionais, que mantenham o descasque em dia e zelem pelo prazo de entrega dos grãos. Em alguns casos, a grande distância entre os moinhos comerciais e as propriedades rurais é tida como a principal dificuldade para o beneficiamento final dos grãos. Os valores cobrados pelo descasque também foram indicados como elevados e, segundo alguns agricultores, não vale a pena pagar o descasque em comparação ao valor gasto na compra do arroz nos mercados. As razões para a desativação dos descascadores indicadas pelos proprietários confluem com o perfil dos agricultores entrevistados, evidenciando mais uma vez o envelhecimento da população da região e a falta de jovens para o trabalho rural.

A falta de moinhos foi o quarto motivo mais mencionado pelos agricultores que não produzem mais as variedades de arroz. Por outro lado, os proprietários de descascadores ressaltam que a baixa procura para o descasque foi um dos motivos para a desativação. Em todo caso, o beneficiamento final dos grãos constitui um entrave à produção do

arroz de sequeiro no EOSC, sendo necessárias melhorias no que tange a eficiência e a qualidade do descasque.

4. Considerações finais

Este estudo permitiu ampliar o conhecimento a respeito da conservação *in situ – on farm* do arroz de sequeiro no EOSC, uma vez que foram identificadas 112 populações de variedades locais conservadas por 86 famílias de agricultores. A produção desse recurso é realizada principalmente para suprir o consumo da família e está essencialmente atrelada à tradição culinária regional e ao dinamismo das relações rurais, considerando a praticidade na obtenção e trocas de sementes.

Os agricultores responsáveis pela conservação das variedades em geral são homens, com idade acima de 50 anos, com ensino fundamental incompleto, de ascendência italiana ou alemã, com renda oriunda de produtos ou serviços da agropecuária e associado a alguma organização social. As famílias residem na região, em média, há 30 anos e são compostas por 3 a 4 familiares residentes na propriedade rural. O perfil dos responsáveis é um dos fatores que modulam a conservação dessas variedades, o gosto pelos grãos produzidos e a tradição em consumi-los favorece a conservação. Por outro lado, processos como o êxodo rural, o envelhecimento da população rural e a redução ou ausência de jovens para dar continuidade à produção favorecem a erosão genética desse recurso fitogenético.

A riqueza de variedades, a presença de nove grupos morfológicos e a identificação de diferentes valores de uso indicam uma elevada diversidade conservada na região. A origem das sementes e a facilidade de troca entre agricultores são indícios de que as variedades são produzidas na região há mais tempo do que o conservado pelas famílias entrevistadas. Considerando que os grãos são produzidos com a finalidade exclusiva de alimentação humana, os diferentes grupos morfológicos identificados não estão associados a valores de uso e preferências específicos, visto que, tanto grãos longo-finos escuros ou curto-arredondados brancos serão consumidos. Neste sentido, a escolha do agricultor por determinada variedade está vinculada a características adaptativas e agronômicas, seja, por exemplo, a altura de planta, a maturação homogênea, a produtividade e o rendimento em sua lavoura, o baixo acamamento e degrane natural dos grãos. Todavia, maiores estudos a respeito das características bioquímicas e culinárias dos grãos devem ser realizados objetivando esclarecer a relação entre a qualidade do grão produzido no EOSC e à tradição culinária local.

As 18 áreas indicadas como detentoras de elevada diversidade devem ser priorizadas para novas coletas e para o desenvolvimento de

futuros trabalhos de melhoramento genético participativo, ponderando sobre: i) os motivos associados à perda de sementes ou ao abandono do cultivo; ii) as características socioculturais dos agricultores conservadores e; iii) a desativação recente dos moinhos descascadores é evidente a que a diversidade de variedades de arroz de sequeiro conservada no EOSC esteja em risco eminente de erosão genética.

Com a perspectiva de que o EOSC configura-se com uma região de elevada agrobiodiversidade, onde são mantidas, além de diversas outras culturas, populações de variedades locais arroz de sequeiro, que apresenta diversidade passível de uso em programas de melhoramento genético participativo, que tal diversidade é mantida essencialmente devido a suas características organopléticas apreciadas pela população rural e que, no entanto, encontra sob-riscos de erosão genética, então é de extrema importância que medidas sociopolíticas sejam desenvolvidas a fim de minimizar os atuais processos de erosão genética.

Para a redução dos processos facilitadores da erosão genética do arroz de sequeiro, ações como o melhoramento genético participativo, objetivando, por exemplo, o aumento da resistência à seca; a estruturação de bancos comunitários de sementes; a adaptação dos descascadores às características dos grãos, diminuindo as perdas ocorridas durante o beneficiamento; o incentivo à irrigação em momentos críticos do cultivo; e a valorização comercial do produto local, considerado mais saudável e agradável ao paladar regional, são ações a serem tomadas pelas entidades e organizações locais a fim de proporcionar melhorias no que tange a cultura do arroz de sequeiro no EOSC. Ainda, coloca-se a necessidade da normatização e estruturação de uma Unidade de Conservação da Agrobiodiversidade no EOSC, como forma de promover a conscientização pública para necessidade da conservação da diversidade agrícola e de sua importância para a segurança alimentar.

5. Referências Bibliográficas

- Aguiar VVP, Strapasola, VL (2010) As problemáticas de gênero e geração nas comunidades rurais de Santa Catarina. *In*: Scott P, Cordeiro R, Menezes M (orgs) Gênero e geração em contextos rurais, Mulheres, Ilha de Santa Catarina, pp 157 – 182
- Arf O, Rodrigues RAF, Sá MD, Crusciol CAC (2001) Resposta de cultivares de arroz de sequeiro ao preparo do solo e à irrigação por aspersão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 36(6): 871-879
- Bajracharya J, Steele KA, Jarvis DI, Sthapit BR, Witcombe JR (2006) Rice landrace diversity in Nepal: variability of agromorphological traits and SSR markers in landraces from a high-altitude site. *Field Crop Res* 95(2–3):327–335. DOI: 10.1016/j.fcr.2005.04.014
- Barbosa L (2007) Feijão com arroz e arroz com feijão: o Brasil no prato dos brasileiros. *Horizontes Antropológicos*, 13(28), 87-116. DOI: 10.1590/S0104-71832007000200005
- Baumart, J, Santos S (2011) The Impact of Herbicides on Benthic Organisms in Flooded Ricefields in Southern Brazil. *INTECH*. DOI: 10.5772/13049
- Bellon MR (1996) On-farm conservation as a process: An analysis of its components. *Using diversity: Enhancing and maintaining genetic resources on-farm*, 9-22
- Beskow PR (1984) A formação da economia arrozeira do Rio Grande do Sul. *Ensaio FEE*, 4(2): 55-84
- Bioversity International, IRRI, AfricaRice (2011) *Descritores para arroz silvestre e cultivado (Oryza spp.)*. Bioversity International, Roma, Itália; International Rice Research Institute, Los Baños, Filipinas; AfricaRice, Centro de Arroz da Africa, Cotonou, Benin
- Brasil (1896) Programa Nacional de Irrigação. *Profir, Provárzea*, 34 p
- Brasil (1997) *Descritores mínimos para a cultura do arroz*. MAPA, Serviço Nacional de Proteção de cultivares, Diário Oficial da União 05/11/1997
- Brasil (2009) *O trabalho do Agente Comunitário de Saúde*. http://189.28.128.100/dab/docs/publicacoes/geral/manual_acs.pdf _Accessed 01 Mai 2017
- Brasil (2015) *Convenção sobre a Diversidade Biológica*. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ Ato2015-2018/2015/Lei/L13123.htm. Accessed 08 Set 2015
- Brush SB (2000) *Genes in the field: on-farm conservation of crop diversity*. IDRC

- Camacho-Villa TCC, Maxted N, Scholten M, Ford-Lloyd B (2005) Defining and identifying crop landraces. *Plant genetic resources: characterization and utilization* 3(03): 373-384. DOI: 10.1079/PGR200591
- Canci I (2006) Relações dos sistemas informais de conhecimento no manejo da agrobiodiversidade no Oeste de Santa Catarina. Dissertation, Universidade Federal de Santa Catarina
- Carney J, Marin RA (2013) Aportes dos escravos na história do cultivo do arroz africano nas Américas. *Estudos sociedade e agricultura*
- Champagne ET, Bett KL, Vinyard BT, McClung AM, Barton FE, Moldenhauer K, Linscombe S, McKenzie K (1999) Correlation between cooked rice texture and Rapid Visco Analyses measurements. *Cereal Chemistry*, 76(5): 764-771. DOI: 10.1094/CCHEM.1999.76.5.764
- Chang TT (1976) The origin, evolution, cultivation, dissemination, and diversification of Asian and African rices. *Euphytica*, 25(1): 425-441. DOI: 10.1007/BF00041576
- Costa FM, de Almeida Silva NC, Ogliari JB (2016) Maize diversity in southern Brazil: indication of a microcenter of *Zea mays* L. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 1-20. DOI: 10.1007/s10722-016-0391-2
- De Almeida Silva NC, Vidal R, Costa FM, Vaio M, Ogliari JB (2015). Presence of *Zea luxurians* (Durieu and Ascherson) bird in Southern Brazil: implications for the conservation of wild relatives of maize. *PloS one*, 10(10). DOI: 10.1371/journal.pone.0139034
- De Almeida Silva NC, Vidal R, Ogliari JB (2016) New popcorn races in a diversity microcenter of *Zea mays* L. in the Far West of Santa Catarina, Southern Brazil. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 1-14. DOI: 10.1007/s10722-016-0429-5
- De Boef W (1998) Tales of the Unpredictable. Thesis, University of Wageningen.
- Dikshit N, Das AB, Sivaraj N, Kar MK (2013) Phenotypic diversity for agro-morphological traits in 105 landraces of rice (*Oryza sativa* L.) from Santhal Parganas, Jharkhand, India. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 83(3): 291-304. DOI: 10.1007/s40011-012-0139-5
- Embrapa (2014a) Catálogo de cultivares de Arroz. CNPAF. Santo Antônio de Goiás
- Embrapa (2014b) Coleção nuclear de arroz do Brasil. Dados de passaporte. Accessed 11 Feb 2014

- Espíndola MA, Nodari ES (2012) As estiagens no Oeste Catarinense sob a perspectiva da história ambiental. Anais 2º Simpósio Internacional de História Ambiental e Migrações. Florianópolis, SC
- FAO (2010) The second report on the state of the world's plant genetic resources for food and agriculture. <http://www.fao.org/docrep/013/i1500e/i1500e00.htm>. Accessed 09 Set 2015
- Ferrari DL (2003) Agricultura familiar, trabalho e desenvolvimento no Oeste de Santa Catarina. Dissertation, Universidade Estadual de Campinas
- Fitzgerald MA, Hamilton NRS, Calingacion MN, Verhoeven HA, Butardo VM (2008) Is there a second gene for fragrance in rice? *Plant Biotechnology Journal*, 6(4): 416-423. DOI: 10.1111/j.1467-7652.2008.00327.x
- Fonseca JR, Vieira EHN (2001) Algumas características do germoplasma de feijão e arroz coletado em Santa Catarina. *Revista Ceres*, 48: 101-108
- Fuller DQ, Sato YI, Castillo C *et al.* (2010) Consilience of genetics and archaeobotany in the entangled history of rice. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 2(2): 115-131. DOI: 10.1007/s12520-010-0035-y
- Gonçalves GMB, Souza R, Cardozo AM, Lohn AF, Canci A, Guadagnin CA, Ogliari JB (2013) Caracterização e avaliação de variedades de arroz de sequeiro conservadas por agricultores do Oeste de Santa Catarina. **Revista Agropecuária Catarinense**, 26: 63-69
- Gross BL, Zhao Z (2014) Archaeological and genetic insights into the origins of domesticated rice. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(17): 6190-6197. DOI: 10.1073/pnas.1308942110
- Hernández CO (2010) Reconhecimento e autonomia: o impacto do Pronaf-Mulher para as mulheres agricultoras. *In: Scott P, Cordeiro R, Menezes M (eds) Gênero e geração em contextos rurais, Mulheres, Ilha de Santa Catarina*, pp 95 – 120
- Hijmans RJ, Guarino L, Cruz M, Rojas E (2001) Computer tools for spatial analysis of plant genetic resources data: 1. DIVA-GIS. *Plant Genetic Resources Newsletter*
- IBGE (2014) Distribuição Espacial das SDRs e Mesorregiões do IBGE. <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/ca>

- racteristicas da populacao/caracteristicas da populacao tab mu
nicipios zip xls.shtm. Accessed 13 Feb 2014
- IBGE (2015a) Anchieta.
<http://www.cidades.ibge.gov.br/v3/cidades/municipio/4200804>.
Accessed 13 Feb 2014
- IBGE (2015b) Guaraciaba.
<http://www.cidades.ibge.gov.br/v3/cidades/municipio/4206405>.
Accessed 13 Feb 2014
- IBGE (2017a) Guaraciaba
<http://www.cidades.ibge.gov.br/v4/brasil/sc/guaraciaba/panorama>
. Accessed 04 Mai 2017
- IBGE (2017b) Anchieta
<http://www.cidades.ibge.gov.br/v4/brasil/sc/anchieta/panorama>.
Accessed 04 Mai 2017
- Jarvis DI, Meyer L, Klemick H, Guarino L, Smale M, Brown AHD, Sadiki M, Sthapit B, Hodgkin T (2000) A training guide for in situ conservation on-farm. Version 1. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. ISBN 92-9043-452-X
- Juliano BO (2003) Rice chemistry and quality. Muñoz: Philippine Rice Research Institute, 480 p
- Khush GS (1997) Origin, dispersal, cultivation and variation of rice. *Plant Molecular Biology*, 35:(1-2): 25-34. DOI: 10.1023/A:1005810616885
- Kohlwey D (1997) Effects of drying conditions, final moisture content, and degree-of-milling on rice flavor. *Cereal Chemistry* 74: 566-570. DOI: 10.1094/CCHEM.1997.74.5.566
- Kong X, Zhu P, Sui Z, Bao J (2015) Physicochemical properties of starches from diverse rice cultivars varying in apparent amylose content and gelatinisation temperature combinations. *Food chemistry*, 172: 433-440. DOI: 10.1016/j.foodchem.2014.09.085
- Maciel ME (2004) Uma cozinha à brasileira. *Revista Estudos Históricos*, 1(33): 25-39
- Magurran AE (1988) Ecological diversity and its measurement. Princeton: Princeton University Press. 179 p
- Marchesan E, Zanella R, Avila LAD, Camargo ER, Machado SLDO, Macedo VRM (2007) Rice herbicide monitoring in two Brazilian rivers during the rice growing season. *Scientia Agricola*, 64(2):131-137. DOI: 10.1590/S0103-90162007000200005
- Maxted N, Guarino L, Myer L, Chiwona EA (2002) Towards a methodology for on-farm conservation of plant genetic

- resources. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 49(1): 1-46. DOI:10.1023/A:1013896401710
- Mehta PS, Ojha SN, Negi KS, Verma SK, Rayal A, Tyagi RK (2014) On-farm status of rice (*Oryza sativa* L.) genetic resources in Garhwal Himalaya of Uttarakhand, India. *Genetic resources and crop evolution*, 61(7) 1279-1294. DOI: 10.1007/s10722-014-0110-9
- Moore DS (2007) *The basic practice of statistics*. Editora Freeman, New York
- Moreno I, Ríos H, Almekinders C (2003) Caracterización de los sistemas locales de arroz de La Palma, Pinar del Río. *Cultivos Tropicales* 24: 49-54
- Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, Fonseca GAB, Kent J (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403:853–858. DOI:10.1038/35002501
- Nodari ES (2002) Persuadir para migrar: a atuação das companhias colonizadoras. *Esboços* 10: 29-51
- Ogliari JB, Kist V, Canci A (2013) The participatory genetic enhancement of a local maize variety in Brazil. *In: De Boef W, Peroni N, Subedi A, Thijssen M, Keefe EO (eds) Community Biodiversity Management: Promoting Resilience and the Conservation of Plant Genetic Resources*, 1st edn, Routledge, New York, pp 265 – 271
- Onghero AL (2013) Colonização e constituição do espaço rural no oeste de Santa Catarina. http://www.snh2013.anpuh.org/resources/anais/27/1364480403_ARQUIVO_AndreLuizOngheroartigoANPUH2013.pdf. Accessed 02 Feb 2017
- Osório GT (2015) Diversidade de espécies e variedades locais no oeste catarinense: um estudo a partir de alface e radice em Anchieta e Guaraciaba. Dissertation, Universidade Federal de Santa Catarina
- Padrão G (2016) Desempenho da produção vegetal - Arroz. *In: Epagri/CEPA (org). Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina 2014-2015*. ISSN 1677-5953
- Pereira JA (2002) *Cultura do arroz no Brasil: subsídios para a sua história*. Embrapa Meio-Norte.
- Pessoa-Filho M, Beló A, Alcochete AA, Rangel PH, Ferreira ME (2007) A set of multiplex panels of microsatellite markers for rapid molecular characterization of rice accessions. *BMC plant biology*, 7(1): 23. DOI: 10.1186/1471-2229-7-23

- Philpot K, Martin M, Butardo V, Willoughby D, Fitzgerald M (2006) Environmental factors that affect the ability of amylose to contribute to retrogradation in gels made from rice flour. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(14): 5182– 5190. DOI: 10.1021/jf060666y
- Rabelo HO, Guimarães JFR, Filipi J, Baldin Pinheiro J, Da Silva EF (2015) Genetic base of Brazilian irrigated rice cultivars. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 15(3). DOI: 10.1590/1984-70332015v15n3a26
- Rana RB, Garforth C, Sthapit B, Jarvis D (2007) Influence of socio-economic and cultural factors in rice varietal diversity management on-farm in Nepal. *Agriculture and Human Values*, 24: 461–472. DOI: 10.1007/s10460-007-9082-0
- Rangel PHN, Pereira JA, Morais OD, Guimarães EP, Yokokura T (2000) Ganhos na produtividade de grãos pelo melhoramento genético do arroz irrigado no meio-norte do Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 25: 1595-1604. DOI: 10.1590/S0100-204X2000000800012
- Rossetto S (1986) Síntese Histórica da Região Oeste Catarinense. *Cadernos do CEOM* 1: 7-15
- Sadiki M, Jarvis D, Rijal D, Bajracharya J *et al.* (2007) Variety Names: An Entry Point to Crop Genetic Diversity and Distribution in Agroecosystems. *In: Jarvis D, Padoch C, Cooper HD (eds) Managing Biodiversity in Agricultural Ecosystems*. Columbia University Press, New York
- Santa Catarina (2014a) Secretaria de Estado da Defesa Civil. Estiagem no oeste de Santa Catarina. Disponível em <http://www.defesacivil.sc.gov.br/index.php/ultimas-noticias/2835-plano-diretor-da-estiagem-no-oeste-de-sc.html>. Accessed 27 Jul 2015
- Santa Catarina (2014b) Secretaria de Estado da Defesa Civil. Decretações. Disponível em <http://www.defesacivil.sc.gov.br/index.php/municipios/decretacoes.html>. Accessed 27 Jul 2015
- Santos Júnior SRG (2016) Conjuntura semanal do Arroz 22/08 a 26/08/2016. Brasília: CONAB
- Soares AA, De Souza Reis M, Soares PC (1993) Caiapó, nova opção de arroz de sequeiro para Minas Gerais. *Ceres*, 40(231)
- Sthapit B, Subedi A, Rijal D, Rana R, Jarvis D (2004) Fortaleciendo la conservación comunal de la biodiversidad agrícola en fincas. Experiencias en Nepal: Fortaleciendo el manejo local de la

biodiversidad agrícola. Conservación y uso sostenible de la Biodiversidad Agrícola

Stone LF, Libardi PL, Reichardt K (1986) Produtividade do arroz e absorção de nitrogênio afetadas pelo veranico e pela adição de vermiculita ao solo. Pesquisa Agropecuária Brasileira 21: 117-125

World Rice Production (2017) World Rice Production 2016/2017. <https://www.worldriceproduction.com/default.asp>. Accessed 02 Feb 2017

Yan X, Akiyama H, Yagi K, Akimoto H (2009) Global estimations of the inventory and mitigation potential of methane emissions from rice cultivation conducted using the 2006. Intergovernmental Panel on Climate Change Guidelines. Global biogeochemical cycles, 23(2). DOI: 10.1029/2008GB003299

Zeven AC (1998) Landraces: a review of definitions and classifications. Euphytica, 104(2): 127-139. 0.1023/A:1018683119237

CAPÍTULO II

Práticas utilizadas por agricultores familiares do Extremo Oeste de Santa Catarina na gestão da diversidade de variedades locais de arroz de sequeiro.

Resumo: Populações de variedades locais de arroz de sequeiro são conservadas *in situ* – *on farm* por agricultores familiares do Extremo Oeste de Santa Catarina, essencialmente para o seu autoconsumo. O presente trabalho teve como objetivo identificar as práticas de manejo fitotécnico e genético utilizadas por estes agricultores na gestão de suas variedades. Para isso, 86 agricultores familiares de Anchieta e Guaraciaba foram entrevistados com base em um questionário semiestruturado sobre as formas de preparo da terra, semeadura, manejo de plantas invasoras, pragas e doenças, beneficiamento dos grãos e sementes, bem como sobre as práticas de seleção de plantas e isolamentos temporal e espacial entre lavouras. As respostas foram analisadas por meio de estatísticas descritivas e multivariadas (análise de agrupamento). São utilizadas diferentes técnicas durante a implantação e manejo da área de produção, bem como nos processos de colheita e beneficiamento das variedades. Entretanto, por meio da análise de agrupamento, não foram identificados grupos de agricultores associados a práticas específicas. Em geral, as práticas mais mencionadas foram o plantio convencional, a semeadura com auxílio da plantadora manual (matraca), adubação de base química ou orgânica, ausência de irrigação, manejo manual de plantas invasoras, ausência de manejo de pragas e doenças, secagem dos grãos sob a sombra, debulha em trilhadeira e descasque em moinhos comerciais. A não ou baixa utilização de insumos agrícolas está relacionada: 1) à preocupação dos agricultores com a saúde e bem-estar de seus familiares, os principais consumidores dos grãos produzidos e 2) redução dos custos da produção voltada para a alimentação familiar. Entre os entrevistados, 48 selecionam suas variedades a partir de dois métodos principais, um realizado a campo, a partir da avaliação da sanidade das plantas, produtividade, maturação e degrane natural das panículas; e outro realizado pós-colheita por meio da seleção de sementes sadias e vigorosas. Tais práticas proporcionam a manutenção da adaptação local das variedades locais de arroz de sequeiro do EOSC.

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., conservação *on farm*, manejo genético de arroz de sequeiro, manejo fitotécnico de arroz de sequeiro, seleção de autógena, melhoramento genético participativo.

1. Introdução

O arroz (*Oryza sativa* L.) é produzido em uma infinidade de ambientes sob diferentes formas culturais. No Brasil, destaca-se o sistema irrigado de produção no Sul e o sistema de sequeiro no Centro-Oeste, Norte e Nordeste. As diferenças entre os dois ambientes de cultivo são bastante claras e demandam programas de melhoramento genético com objetivos e base genética diferenciados (Abadie *et al.* 2005). O arroz de sequeiro possui um baixo custo comparado ao irrigado para a produção em uma mesma quantidade de hectares; porém, o irrigado mantém uma lucratividade superior, devido a sua maior produtividade de grãos (Colombo & Magagnin Júnior 2015).

Em Santa Catarina, segundo maior produtor nacional, a orizicultura é conduzida em sistema irrigado com semeadura de sementes pré-germinadas ou em plantio seco, nas regiões Litoral Sul e Norte e no Alto Vale do Itajaí, em uma rede bem estruturada de produção (CEPA 2013; Padrão 2016) e de pesquisa (Epagri 2015b). Em contrapartida, no Extremo Oeste do estado, agricultores familiares produzem o arroz a partir de variedades locais em sistema de sequeiro (Guadagnin & Guadagnin 2004), que são utilizadas, sobretudo para o consumo da família. A produção está baseada em sementes adquiridas por doações de parentes, vizinhos ou outras entidades (ver Capítulo 1), uma vez que não existem cultivares comerciais de arroz de sequeiro recomendadas para o sul do Brasil.

A região do EOSC é reconhecida por conservar uma elevada diversidade de recursos genéticos vegetais, tal como variedades locais de tomate (Da Silveira 2015) e hortícolas (Osório 2015), sendo indicado como um microcentro de diversidade do milho (*Zea mays* L.), devido ao elevado número de populações de variedades locais desta espécie conservadas na região (Costa *et al.* 2016), além da presença de parentes silvestres (De Almeida Silva *et al.* 2015).

Em um contexto geral, variedades locais são caracterizadas como populações dinâmicas com origem histórica, identidade distinta, desprovidas de melhoramento genético formal, frequentemente, diversificadas geneticamente, localmente adaptadas e associadas a sistemas agrícolas tradicionais (Camacho-Villa *et al.* 2005). Tais variedades possuem elevada capacidade de tolerar estresses bióticos e abióticos, resultando em uma estabilidade de produção e um nível intermediário de rendimento sob um sistema de cultivo com baixo *input* energético (Zeven 1998). A conservação *on farm* dessas variedades permite a evolução dinâmica das populações cultivadas, influenciada

pelo ambiente e pela pressão de seleção exercida pelos agricultores, proporcionando condições para o contínuo melhoramento e adaptação das culturas (Maxted *et al.* 1997; Bellon *et al.* 1997).

A seleção humana realizada de forma consciente permite a preservação de indivíduos de maior valor adaptativo na população, podendo ou não eliminar os indivíduos que possuem os menores valores, com a intenção de alterar o valor da população na direção de um padrão preestabelecido (Darwin 1875).

A seleção da melhor planta, espiga, panícula, fruta, vagem ou flores (de acordo com a cultura em seleção) pode resultar na escolha de uma planta saudável ou de uma planta com fenótipo atraente (Zeven 1998). Neste sentido, historicamente, os agricultores desenvolveram e fomentaram a diversidade genética das culturas e mesmo com as mudanças socioeconômicas e tecnológicas ocorridas, este processo mantém-se ativo (Bellon *et al.* 2000). Assim, a estruturação da diversidade das culturas não é resultado apenas de fatores naturais como a seleção natural, mas também da gestão realizada pela seleção humana, que em última instância é quem decide a continuidade ou não da cultura (Bellon *et al.* 2000).

A preferência alimentar e a diversificação de ambientes de cultivo foram os principais fatores que ajudaram a moldar a diversidade genética da espécie *O. sativa* (Gao 2003). As práticas de seleção realizadas pelos agricultores proporcionam alterações na diversidade dos cultivos sob seus cuidados. Tais práticas são integrantes do amplo leque de conhecimentos tradicionais associados a um recurso fitogenético.

A identificação e o reconhecimento dos conhecimentos tradicionais associados ao uso de um recurso, bem como dos processos sociais, culturais e ambientais que influenciam as famílias agricultoras a manterem a diversidade do recurso, é um importante aliado às medidas de conservação e prospecção da biodiversidade existente (Brasil 1994; Jarvis *et al.* 2000). A partir destes conhecimentos é possível diagnosticar problemas existentes na produção e conservação dos recursos e fornecer bases para os processos integrados de conservação *in situ* e *ex situ*, programas de melhoramento genético participativo e para o desenvolvimento de cadeias produtivas sustentáveis e rentáveis para os agricultores familiares envolvidos.

Considerando a importância do conhecimento tradicional à integração dos processos de conservação *in situ* – *on farm* e *ex situ*, o presente trabalho tem como objetivo identificar as práticas culturais empregadas no manejo fitotécnico e genético das variedades de arroz de sequeiro e compreender como as mesmas atuam na estruturação e

manutenção da diversidade das populações locais de arroz de sequeiro do EOSC.

2. Material e Métodos

Foram identificadas (metodologia de identificação das famílias mantenedoras conforme descrição no capítulo 1) e entrevistadas 86 famílias de agricultores residentes no Extremo Oeste catarinense, nos municípios de Anchieta e Guaraciaba (43 em cada município), residentes em 34 comunidades rurais (18 em Anchieta e 16 em Guaraciaba), que cultivam anualmente variedades locais de arroz de sequeiro.

As entrevistas foram orientadas pelo questionário semiestruturado *Arroz de Sequeiro* (Anexo 1) e contemplaram questões sobre: (1) a propriedade rural, suas características de solo e relevo; (2) as práticas de manejo fitotécnico, considerando as formas de preparo do solo, semeadura, adubação, manejo de doenças, pragas e plantas invasoras, beneficiamento e armazenamento de grãos e sementes; (3) as práticas de manejo genético, considerando as formas, os objetos e a finalidade dos processos de seleção; (4) e as características morfológicas das variedades.

Cada entrevista teve duração de uma a duas horas e era realizada por duas pessoas, sendo um pesquisador responsável pelos questionamentos e outro acompanhante para a anotação das respostas dos agricultores. Para cada agricultor entrevistado, foi solicitado um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, por escrito, permitindo a utilização das informações solicitadas, conforme prescrito pela Lei da Biodiversidade (Lei 13.123 de 20/05/2015) (Brasil 2015). Também foram obtidos acordos de cooperação entre a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), por meio do Núcleo de Estudos em Agrobiodiversidade (NEAbio), e as organizações que representam os agricultores dos municípios em estudo, por intermédios do Sindicato dos Trabalhadores na Agricultura Familiar (SINTRAF), Movimento de Mulheres Camponesas (MMC) e Associação dos Pequenos Agricultores Plantadores de Milho Crioulo Orgânico e Derivados (ASSO).

As respostas dos agricultores foram transcritas em planilhas eletrônicas e categorizadas de acordo com as semelhanças das práticas descritas. Para cada variável do cultivo, foi realizada uma análise exploratória. Dados quantitativos foram analisados a partir da média, amplitude, moda e mediana. Dados qualitativos foram categorizados de acordo com similaridades e analisados quanto à distribuição de frequências.

Para verificar se as práticas de manejo fitotécnico e genético diferenciavam grupos de agricultores, foi realizada uma análise de

agrupamento, baseada nos estados de 22 variáveis do manejo fitotécnico e genético (Tabela 1). Para verificar a similaridade entre os agricultores, foi calculado o índice de similaridade de Jaccard (Jaccard 1901). Esse índice é utilizado para avaliações qualitativas e fornece valores de similaridade entre zero a um, onde valores próximos de um indicam proximidade entre os materiais avaliados e os valores próximos de zero indicam maior dissimilaridade (Bocard 2011). O método de agrupamento utilizado para demonstração gráfica da similaridade entre os grupos foi Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean (UPGMA). As análises foram realizadas com auxílio do software PAST 3.04 (Hammer 2001).

Tabela 1. Variáveis de manejo fitotécnico e genético de variedades locais de arroz de sequeiro realizadas por agricultores do EOSC utilizadas na análise de agrupamento, 2013 - 2015.

Variável	Sigla	Estado da variável
<i>Seleção</i>	SEL	(0) Não; (1) Sim
<i>Local da seleção</i>	LSEL	(0) Não; (1) Campo; (2) Campo e Paiol; (3) Paiol
<i>Forma de seleção</i>	FSEL	(0) Não; (1) Colhe no melhor local; (2) Colhe de vários locais; (3) Panículas individuais; (4) Seleção de sementes
<i>Tamanho da lavoura</i>	TL	(1) Até 100 m ² ; (2) Até 500 m ² ; (3) Até 1000 m ² ; (4) Acima de 1000 m ²
<i>Tipo de cultivo</i>	TCUL	(1) Solteiro; (2) Consorciado
<i>Rotação</i>	ROT	(0) Não; (1) Sim
<i>Cobertura de inverto</i>	INV	(0) Não; (1) Sim
<i>Preparo do solo</i>	SOL	(1) Plantio mínimo/direto; (2) Arado manual; (3) Arado animal; (4) Arado mecânico; (5) Secante
<i>Semeadura</i>	SEM	(1) Manual; (2) Plantadora manual (matraca); (3) Plantadora com tração animal; (4) Plantadora mecânica
<i>Adubação</i>	ADU	(0) Não; (1) Orgânica; (2) Química e Orgânica; (3) Química
<i>Irrigação</i>	IRRI	(0) Não; (1) Sim
<i>Manejo de plantas invasoras</i>	DAN	(1) Manual; (2) Herbicida
Continuação...		

Variável	Sigla	Estado da variável
<i>Manejo de pragas</i>	PRA	(0) Não; (1) Biológico; (2) com Agrotóxico (veneno)
<i>Manejo de doenças</i>	DOE	(0) Não; (1) Biológico; (2) com Agrotóxico (veneno)
<i>Debulha</i>	DEB	(1) Batedor manual; (2) Trilhadeira
<i>Secagem</i>	SEC	(1) Sombra; (2) Sombra e sol; (3) Sol
<i>Descasque</i>	DES	(1) Pilão; (2) Particular ou vizinho; (3) Comercial
<i>Limpeza</i>	LIM	(0) Não; (1) Sim
<i>Uso da casca</i>	CAS	(0) Não usa; (1) Adubo; (2) Adubo e Ração; (3) Ração
<i>Armazenamento</i>	ARM	(1) Paiol/Porão/Galpão; (2) Dependências da casa
<i>Separa sementes</i>	SSE	(0) Não; (1) Sim

3. Resultados e Discussão

3.1 Características da área e práticas culturais envolvidas na produção do arroz de sequeiro no EOSC

A descrição das propriedades rurais pelos agricultores entrevistados apontou uma predominância de solos com textura argilosa, parcialmente ou totalmente acidificados e com boa drenagem, sendo essas características compatíveis com as descrições de solo para a região.

A descrição de solos do estado de Santa Catarina (Embrapa Solos 2004) indica que a região Colonial do Oeste catarinense, onde está inserida a microregião do EOSC, apresenta latossolo roxo, que compreende solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B latossólico, formados a partir de rochas eruptivas básicas, predominantemente hematíticos, muito profundos, e porosos, friáveis a muito friáveis, acentuadamente drenados e com elevados teores de sesquióxidos de ferro, alumínio e óxido de titânio e manganês.

As propriedades possuem em média 21,87 hectares, com mínimo de 0,61 e o máximo de 96 hectares. Considerando as metragens fornecidas na lei 11.326/2005 (Brasil 2006), 98% das propriedades visitadas estão dentro da área estabelecida para a agricultura familiar (18 ha em Anchieta e 20 em Guaraciaba).

O cultivo das variedades de arroz de sequeiro ocorre majoritariamente em áreas destinadas a lavouras (93%) e cujas dimensões são maiores que a extensão da horta. Em geral, o cultivo do arroz é conduzido em uma área especial da propriedade, mais úmida ou próxima a uma fonte de água. Alguns agricultores (21%) realizam o rodízio de áreas para a produção do arroz. As extensões da área de produção variam de 90 a 6.100 m², com média de 1.057 m² e moda de 500 m².

Em 73% das propriedades, a produção do arroz ocorre em cultivo solteiro, enquanto em 26% a produção é consorciada e 1% dos entrevistados não respondeu essa pergunta. As culturas consorciadas são, em ordem de maior número de citações, a melancia, o melão, o milho pipoca, a mandioca, o feijão e o amendoim.

A rotação de culturas é realizada em 64% das propriedades e, nesses casos, as culturas que fazem rotação com o arroz, em ordem de maior número de citações, são a lentilha, o feijão, o fumo, a soja, a mandioca, o milho e a batata.

Plantas de cobertura são utilizadas em 41% das propriedades. As espécies utilizadas são, em ordem de maior número de citações, a aveia (*Avena sativa* L.), o azevém (*Lolium multiflorum* Gaudin), o nabo forrageiro (*Raphano sativus* L.), a ervilhaca (*Vicia sativa* L.), a buva (*Conyza bonariensis* (L.) Cronquist) e o centeio (*Secale cereale* L.).

As atividades realizadas durante a implantação e manutenção da lavoura de arroz são tarefas bastante árduas. O preparo da área, a semeadura e a adubação de base, o manejo de plantas invasoras, de pragas e de doenças, bem como as atividades de colheita e beneficiamento são prioritariamente desenvolvidas de forma manual (Tabela 2).

A adubação da área do arroz é realizada por 56% dos agricultores. Entre os que realizam esta prática, 20% utilizam compostos orgânicos, 31% compostos químicos e 5% ambos os compostos (Tabela 1). Entre os agricultores que não adubam o solo, 15% fazem consórcio de espécies, 69% fazem rotação de culturas e 62% utilizam plantas de cobertura, o que sugere a preocupação desses agricultores com o uso de práticas conservacionistas de solo.

A secagem dos grãos é realizada no próprio campo de cultivo sob o sol (25%), em áreas sombreadas como porão ou paiol (71%) ou intercalando períodos de sol e sombra (3%). A debulha dos grãos é realizada com uso da trilhadeira em 76% das propriedades, por meio de batidas manuais nas panículas em 26% e com batedor mecânico em 3%.

Os grãos são armazenados ainda com a casca; 84% dos agricultores mantêm seu estoque armazenado no paiol, porão ou galpão, devido aos grandes volumes de produção, e 15% armazenam os grãos dentro de casa. Quando armazenados no paiol, porão ou galpão, os grãos são alocados dentro de grandes caixas de madeira, conhecidas como “*tuias*”, em sacos de ráfia suspensos, em caixas de fibra ou embaixo de lonas plásticas e, quando armazenados em casa, os grãos eram contidos em garrafas pet, potes ou sacolas plásticas.

Entre os entrevistados, 54% indicaram não haver pragas de grãos durante o armazenamento. Entre os que indicaram a presença de pragas, 20% citaram a presença de ratos, 11% citaram a presença de caruncho, 10% citaram a presença de mariposas e 3% citaram a presença de traças (2% não informou a resposta). Para o controle dessas pragas, os agricultores mencionaram práticas como a vedação das caixas, controle biológico de ratos (criação de gatos), veneno, ratoeira, passagem sistemática dos grãos ao vento, exposição dos grãos ao sol, congelamento dos grãos, controle de umidade e limpeza do local.

Os grãos são descascados em pequenos volumes, de acordo com o consumo da família. Entre os entrevistados, 71% utilizam moinhos comerciais para descasque de seus grãos, 27% utilizam descascadores particulares da própria família ou de vizinhos e 2% descascam com o auxílio de pilão.

Os rejeitos do descasque são pouco utilizados, sendo que 65% dos agricultores deixavam os rejeitos (casca e farelo) no local do descasque (moinho comercial ou de terceiros), 23% incorporavam as cascas na ração dos animais e 7% utilizavam como adubo (5% não responderam).

Grãos de pericarpo mais escuros passam mais vezes pelo processo de brunição e polimento, realizado no próprio descascador. Ao passar por estes processos, o embrião e as camadas mais externas do pericarpo são retirados, havendo o branqueamento dos grãos (Castro *et al.* 1999). Neste sentido, o consumo de arroz branco prevalece em relação ao consumo dos grãos integrais, sendo este processo, uma forma de retirar grãos mais escuros, oriundos de plantas de arroz vermelho, que não são controladas durante a condução da lavoura.

Considerando essa etapa do beneficiamento realizada pelos agricultores do EOSC, seria pertinente a elaboração de palestras ou de livretos explicativos sobre a importância do consumo dos grãos de arroz em sua forma integral. De acordo com Shimabukuro *et al.* (2014), o consumo de arroz a partir de grãos integrais pode ser benéfico, devido à redução da resposta glicêmica após a ingestão, além de proteger a função endotelial pós-prandial em indivíduos com síndrome metabólica.

Tabela 2. Práticas de manejo das variedades locais de arroz de sequeiro conservadas no EOOSC, 2013-2015.

Atividade	Caraterística	(N)	(%)
<i>Preparo do solo</i>	Convencional	64	74
	Plantio mínimo	1	1
	Plantio direto	20	23
	Sem informação	1	1
<i>Semeadura</i>	Plantadora manual (matraca)	53	62
	Manual	10	12
	Plantadora com tração animal	6	7
	Plantadora com tração mecânica	1	1
	Sem informação	16	19
<i>Adubação</i>	Não realiza	38	44
	Química	27	31
	Orgânica	17	20
	Ambas	4	5
<i>Irrigação</i>	Não realiza	78	91
	Sim aspersão	8	9
<i>Manejo de plantas invasoras</i>	Manual com enxada	82	95
	Químico	4	5
<i>Manejo de pragas</i>	Não faz	80	93
	Químico	2	5
	Biológico	2	2
<i>Manejo de doenças</i>	Não faz	83	97
	Biológico	1	1
	Sem informação	2	2

O relevo acidentado das propriedades rurais familiares de Santa Catarina proporciona o desenvolvimento de uma agricultura mais intensiva em mão de obra, de maior sustentabilidade e que privilegia maior apropriação pelos agricultores dos valores agregados ao longo das atividades entre a produção e o consumo (Zoldan & Mior 2012). Fatores como o trabalho manual e a baixa utilização de insumos na produção do arroz de sequeiro estão intimamente relacionados à finalidade da produção, justificada pelos agricultores como “*pro gasto*”, ou seja, as variedades são produzidas exclusivamente para o consumo de seus familiares, para receitas de pratos da culinária local ou para “*o arroz com feijão*” de cada dia (ver Capítulo I).

A baixa ou nenhuma utilização de agrotóxicos nas lavouras de arroz de sequeiro evidenciam duas propriedades importantes do cultivo deste recurso genético no EOSC. A primeira relacionada ao apreço dos agricultores pela qualidade dos alimentos cultivados para o autoconsumo de suas famílias e a segunda relacionada à adaptação destas variedades ao ambiente onde estão sendo manejadas ao longo dos anos.

A respeito da qualidade dos seus alimentos, os agricultores entrevistados apontaram que as variedades de arroz produzidas em casa são mais saudáveis por estarem isentas de agroquímicos. Segundo o agricultor CG (71 anos) “*O arroz de mercado tem veneno; ao se cozinhar, já sente o cheiro*”; a agricultora MGL (50 anos) revela que “*Produzimos em casa porque é mais saudável, bom para a saúde*”. Estas exposições sugerem a preocupação dos agricultores com a utilização de agrotóxicos em suas lavouras, onde o que é plantado para o autoconsumo, em geral, é produzido de forma mais natural, com grande esforço humano para o manejo de plantas invasoras, pragas e doenças. Mesmo utilizando agrotóxicos para o cultivo de outras espécies, como no caso do milho comum utilizado para a alimentação animal (Vogt 2005), os agricultores do EOSC isentam a utilização destes insumos em cultivos voltados para alimentação da família, como nos casos da produção de tomate (Da Silveira 2015), de milho doce (Souza 2015), de milho pipoca (De Almeida Silva 2015) e de algumas hortaliças como a radiche e o alface (Osório 2015). A não utilização de agrotóxicos, nos cultivos que são produzidos para a alimentação, pode estar vinculada também a uma questão econômica. Nesse sentido, a não utilização desses insumos reduz o custo de produção desses alimentos.

Também não foram mencionados métodos especiais para o controle do arroz vermelho, ao contrário do que ocorre nos sistemas

comerciais de produção, onde há um rígido controle do seu surgimento, uma vez que a presença de grãos vermelhos deprecia os lotes comercializados. A utilização indiscriminada de cultivares de arroz irrigado resistentes ou tolerantes a determinadas doses do herbicida imidazolinona tem proporcionado o aumento da resistência em populações de arroz vermelho (Dorneles *et al.* 2010). Na tentativa de potencializar o controle, o aumento das doses de herbicida aumenta a pressão de seleção, culminando com biótipos de arroz vermelho mais tolerantes/resistentes a doses superiores (Dorneles *et al.* 2010).

Considerando as práticas realizadas pelos agricultores do EOSC na gestão da diversidade de variedades locais de arroz de sequeiro, destaca-se o baixo uso de insumos agrícolas e a elevada intervenção humana por meio de atividades manuais, caracterizando o cultivo de arroz de sequeiro no EOSC como intermediário em relação aos sistemas convencional e o orgânico de cultivo.

Uma boa alternativa para valorização e aumento sustentável da produção de arroz de sequeiro no EOSC seria a identificação de variedades adaptadas ao cultivo orgânico. No Sul do estado catarinense, o cultivo orgânico de arroz irrigado conta com aproximadamente 150 ha e volume de produção superior a 900 toneladas (Noldin *et al.* 2015). Tais valores tendem a crescer em função do crescente interesse de produtores por esse sistema, uma vez que, mesmo com uma menor produtividade, produtos orgânicos são mais valorizados no mercado.

São inexistentes dados sobre agricultores que produzem de forma orgânica os alimentos voltados para seu autoconsumo. Tais agricultores representam um segmento da agricultura de base agroecológica, muitas vezes, não considerado na questão comercial, mas muito importante para a conservação da agrobiodiversidade, devido principalmente à manutenção e ao manejo sustentável da diversidade genética.

A produção de alimentos para o autoconsumo, envolvendo a conservação e a troca de sementes, garantiu e garante a manutenção do patrimônio genético existente nesta região ao longo dos anos. A proposta agroecológica e a agricultura familiar têm fortalecido a agrobiodiversidade por meio da manutenção de uma organização social, dos processos produtivos e de consumo estabelecidos e pela recuperação do significado e da cultura da diversidade de cultivos (Canci 2010).

Em média, as variedades locais de arroz são cultivadas no EOSC pela atual família mantenedora há 12 anos (Capítulo 1). Além disso, a existência de um forte processo social de doação de sementes entre familiares e vizinhos permite a sugestão de que algumas variedades

estão presentes na região deste o início da colonização, sendo propagadas ao longo dos anos por diferentes famílias agricultoras.

Ogliari e Alves (2007) destacam que “as variedades conservadas, selecionadas, multiplicadas e usadas por agricultores tradicionais ao longo de muitos anos de cultivo, são consideradas populações geograficamente distintas, diversas em sua composição genética e adaptadas às condições agroclimáticas e ecológicas particulares às áreas de cultivo”. O plantio e a conservação destas variedades durante muitos anos, sob os cuidados dos agricultores em um mesmo sistema agrícola, proporcionam modificações específicas importantes para a promoção da adaptabilidade local dessas variedades, capazes de manter uma baixa variação de produtividade em diferentes anos.

3.2 Manejo genético das variedades locais de arroz de sequeiro

A seleção das variedades é realizada por 48 agricultores entrevistados (57%), 26 deles são residentes de Anchieta e 29 de Guaraciaba. Os agricultores que praticam a seleção mantêm 55 populações de variedades locais, há um tempo médio de conservação de 14,49 anos, ligeiramente superior à média geral de tempo de conservação das variedades (Capítulo I). As sementes foram obtidas por processos de doação pela maioria dos agricultores (83%). Entre esses processos estão à doação de sementes por parentes (48%), por vizinhos (29%) e por entidades sociais (Epagri, sindicatos, moinhos - 23%). Os três tipos de formato de grão (curto-arredondado, longo e longo-fino) foram encontrados entre as populações selecionadas, bem como oito colorações diferentes (amarelo, amarelo claro, amarelo escuro, branco, creme, marrom, preto e vermelho).

Duas formas principais de seleção foram identificadas, sendo que na primeira os agricultores selecionam plantas no campo, considerando a sanidade das plantas, panículas vigorosas – com maior número de ramificações e grãos cheios – com maturação homogênea e de fácil degreane. Na segunda forma, a seleção é realizada pós-colheita e beneficiamento (limpeza), selecionando-se as sementes vigorosas e sadias.

Os métodos de seleção realizados pelos agricultores do EOSC durante a conservação do arroz de sequeiro possivelmente propiciam um baixo progresso genético por ano e uma adaptação local-específica, considerando que a seleção é feita: 1) sem controle da heterogeneidade do ambiente, pela falta de estratificação da área ou pela ausência de

testes de progênies com repetições; 2) sem monitoramento da interação genótipo x ambiente, em decorrência da ausência de avaliações e seleções realizadas em diferentes ambientes de cultivo, uma vez que, não existe uma comparação pragmática entre os diferentes locais e sim uma comparação geral de toda a lavoura e; 3) sob reduzida variabilidade genética, considerando o sistema reprodutivo da espécie (autogamia) e a pequena amostra de plantas nas áreas de cultivo. Dessa forma, é possível assumir que as práticas seletivas realizadas pelos agricultores do EOOSC proporcionam a manutenção da adaptação local.

Ao selecionar panículas, os agricultores estão selecionando especialmente fenótipos com maior tamanho de panícula, maior número de ramificações, enchimento completo de grãos, sanidade e maturação uniforme, critérios voltados essencialmente para a produtividade de suas variedades. Por sua vez, a seleção de sementes é uma forma mais branda de seleção, a partir da qual genótipos variáveis podem ser selecionados. Segundo Zezen (1998), a partir dessa prática, sementes boas de plantas com baixo potencial no campo podem ser selecionadas juntamente com sementes boas de plantas de elevado potencial. O autor ainda aponta que, de forma geral, a separação de sementes pequenas e grandes antes da colheita propicia a seleção de genótipos de sementes grandes, mas inconscientemente, os agricultores também selecionam genótipos de plantas saudáveis, mais altas e mais tardias. Tal fato também foi verificado no EOOSC.

As formas de seleção realizadas pelos agricultores do EOOSC são semelhantes às realizadas por agricultores tradicionais de outras localidades, tal como em La Palma (Cuba), onde as sementes de arroz são selecionadas de áreas mais homogêneas da lavoura, momentos antes da colheita (Moreno *et al.* 2003). Já em Bohol (Filipinas), a seleção é realizada por meio de quatro métodos distintos (Carpenter 2005): seleção em áreas mais favoráveis (massal positiva); seleção e avaliação de panículas individuais (seleção de progênie); seleção de plantas localizadas no centro da plantação e; a colheita de toda área, após a exclusão de plantas não desejáveis (seleção negativa).

Em todos os métodos de seleção realizados pelos agricultores mantenedores de arroz de sequeiro do EOOSC, a sanidade das plantas, panículas, grãos e sementes é um dos itens de maior destaque. Considerando que a maioria dos entrevistados (95%) não realiza o manejo de plantas invasoras, pragas e doenças em suas lavouras, sugere-se que as variedades locais de arroz de sequeiro do EOOSC possuam plantas sadias e resistentes, em função de uma boa adaptação local combinada com a ação dos diferentes métodos de seleção realizados.

Quando questionados sobre a necessidade de melhoramento em suas variedades, quase 50% dos entrevistados não menciona haver problemas em sua variedade a ponto de sugerir algo para o melhoramento genético, 28% admitiram não saber o que pode ser melhorado. Dentre estes agricultores, 21% acreditava que sua variedade já era boa o suficiente e outros 26% admitiram necessidades de melhorias nas condições de lavoura, armazenamento ou, até mesmo, em relação às condições climáticas. Na visão desses agricultores, por ser uma cultura voltada para a alimentação da família, tudo o que for produzido já é suficiente para o gasto do ano e, portanto, não são realizadas grandes melhorias na condução da lavoura. Nesses casos, se alguns pontos do manejo fossem ajustados, as variedades locais expressariam o máximo de seu potencial. Por exemplo, problemas com a seca na fase de enchimento dos grãos são contornados com a condução das lavouras em locais mais úmidos e banhados e, em alguns casos, a irrigação por aspersão pode ser considerada uma boa opção.

Sobre características das variedades que poderiam ser melhoradas, alguns agricultores citaram a resistência à seca (5% de citações), o rendimento de engenho (5%), a produtividade (3%), a germinação e maturação uniformes (3%), a resistência ao acamamento (2%) e a adaptabilidade (1%). Essas características de plantas indicadas pelos agricultores estão essencialmente vinculadas à produtividade e ao rendimento das variedades. As características preferenciais de coloração, formato, textura e sabor dos grãos já estão bem estabelecidas na região, não sendo estas variáveis os focos exclusivos da seleção. Questões sobre aumento de resistência às doenças e pragas não foram levantadas. Neste sentido, supõe-se que as variedades de arroz do EOSC não sofrem com tais moléstias (adaptação local conferida por meio da seleção) ou os danos causados interferem pouco aos olhos dos agricultores. No Senegal, as características levantadas por agricultores tradicionais para o melhoramento de variedades de arroz de sequeiro foram precocidade, estatura semialta (facilidade no momento da colheita), alto rendimento e resistência a uma praga local (Kanfany *et al.* 2016).

Poucos agricultores do EOSC (20%) mantinham mais que uma variedade em sua propriedade. Entre eles, 13 conservam duas variedades, três conservam três e dois conservam mais de três variedades. Em todo caso, nenhum agricultor mencionou manter uma distância mínima entre os locais de cultivo de suas variedades ou das lavouras de arroz de seus vizinhos, inexistindo, portanto, prática de isolamento espacial ou temporal no cultivo desta espécie.

Todavia, o acréscimo da variabilidade por meio de cruzamento entre variedades pode ser considerado plausível ponderando a existência da mistura de sementes de diferentes variedades. Geralmente, quando os agricultores possuem duas variedades, as duas são manejadas de forma igualitária, não havendo isolamento temporal ou espacial entre os cultivos, facilitando o cruzamento entre elas. O fluxo de pólen na espécie *O. sativa* é altamente influenciado pelas condições de vento e ocorre comumente em uma distância de 30 cm (Bae *et al.* 2013), não ultrapassando 110 metros a partir da planta doadora (Song *et al.* 2004).

Um fato que ilustra o cruzamento entre as variedades é a presença do pericarpo vermelho em diferentes variedades. Segundo o agricultor JTGC (62 anos), “*Tem arroz que vai castiçando e fica vermelhinho*” (utilização do verbo castiçar em referência ao cruzamento do macho e fêmea). Entre as variedades conservadas pelos agricultores do presente estudo, estima-se que 57,63% sejam misturas de duas ou mais variedades, devido principalmente às diferenças no formato, coloração e pubescência das glumelas e da cariopse.

Outro fator que oportuniza a mistura de sementes é a constante troca de sementes entre os agricultores, realizada por 75% dos entrevistados. Muitas vezes, ao cultivar a “nova variedade” ao lado da sua, beneficiar e armazenar sem isolamento, a mistura de sementes é favorecida e, já no próximo ciclo, as duas poderão ser cultivadas em um mesmo campo, sob os mesmos critérios e acabarão trocando alelos acarretando o aumento da variabilidade. Por outro lado, variedades manejadas em propriedades vizinhas dificilmente trocarão alelos, considerando as distâncias entre as propriedades rurais da região e a distância potencial percorrida pelo grão de pólen, trocas gênicas entre as variedades de vizinhos ocorrerão em baixíssimas frequências, limitando a ocorrência de novas combinações gênicas entre variedades vizinhas.

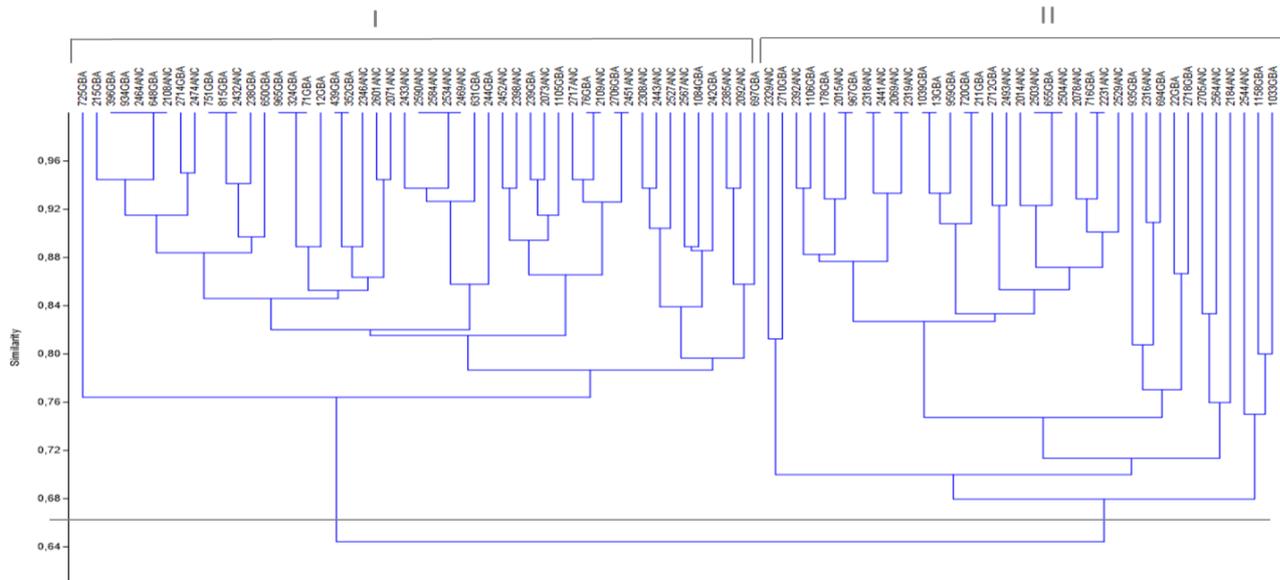
Outro fator limitante para a ocorrência de novas variações genéticas está relacionado ao tamanho das áreas de cultivo do arroz de sequeiro na região. As lavouras dos agricultores entrevistados possuíam em média 1.057 m², enquanto a moda amostral foi de 500 m². Comparando-se com as lavouras comerciais de arroz irrigado do sul brasileiro, que possuem área média 200 e 10 hectares no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, respectivamente (GRISP 2013), as lavouras do presente estudo são consideradas de pequena escala, apresentando um pequeno número de plantas (indivíduos), o que diminui as chances de ocorrência de mutações positivas, capazes de serem selecionadas natural ou artificialmente.

Considerando a autogamia da espécie *O. sativa*, o desenvolvimento variações genéticas ficam condicionadas ao tempo de cultivo e à origem genética da variedade, ou seja, se as sementes provêm de uma linhagem pura ou se dentro do conjunto gênico da variedade ainda ocorre variabilidade passível de seleção. As variações produzidas em espécies que praticam a autopolinização preferencial ocorrem em menos frequência do que em relação às espécies de polinização cruzada (Hamrick 1982; Holsinger 2000). No caso das autógamias, o acréscimo da variabilidade genética de uma variedade dependerá de diferentes mecanismos evolucionários, tais como: 1) taxa de mutação espontânea vinculada ao valor adaptativo dos alelos mutantes e ao olhar para seleção do agricultor; 2) mudanças epigenéticas estabelecidas na população pelo ambiente de cultivo; e 3) mistura voluntária e involuntária de sementes de diferentes variedades, propiciando algum fluxo gênico. Ponderando esses aspectos, o tempo de cultivo das variedades de arroz de sequeiro é um componente importante na dinâmica da diversidade deste recurso, pois está diretamente e proporcionalmente relacionado ao acúmulo de variações por diferentes mecanismos evolutivos.

3.3 Análise de agrupamento

A partir da análise de agrupamento foram evidenciados dois grandes grupos com 65% de similaridade (Figura 1). O grupo I reúne essencialmente 48 famílias de agricultores que selecionam suas variedades, enquanto o grupo II reúne 38 famílias que não selecionam. Dentro de cada grupo ocorrem algumas subdivisões, devido às pequenas diferenças entre os métodos utilizados. No entanto, nota-se que as formas de plantio, cuidados com a lavoura e beneficiamento dos grãos e sementes ocorrem de maneira aleatória entre as famílias, não havendo um padrão de manejo capaz de determinar diferenças entre comunidades ou municípios.

Figura 1. Agrupamento de 86 agricultores mantenedores de variedades locais de arroz de sequeiro gerado a partir do índice de Jaccard e método de agrupamento UPGMA, calculados com base em 22 variáveis do manejo fitotécnico e genético. Correlação Cofenética = 0,82.



Os agricultores que selecionam suas variedades podem ser considerados agricultores nodais. Tais agricultores estão constantemente trabalhando em atividades de experimentação e seleção de variedades mais adaptadas a sua propriedade, ao seu modo de cultivo e ao gosto de consumo de sua família (De Boef 1998), são detentores de uma diversidade maior que a da comunidade, são doadores ativos de sementes e estão sempre em busca de conhecer e produzir novas variedades (Sthapit *et al.* 2004).

4. Considerações finais

A análise das práticas culturais empregadas por agricultores familiares do EOSC permitiu identificar três pontos fundamentais da produção do arroz de sequeiro nessa região: 1) a produção ocorre em baixa escala em pequenas propriedades rurais; 2) ocorre uma baixa utilização de insumos agrícolas e intenso trabalho manual dos agricultores e; 3) os processos de seleção realizados propiciam a manutenção da adaptação local das variedades.

A seleção das populações de variedades locais de arroz de sequeiro é realizada com o propósito de manter a sanidade de plantas, grãos e sementes; melhorar a produtividade; homogeneizar a maturação e o degrane como forma de facilitar os processos de colheita e beneficiamento.

Em geral, entre os pontos críticos da produção podem ser citados a ausência da irrigação por aspersão em momentos críticos do cultivo e a ausência de áreas específicas para a produção de sementes. De forma emergencial, essas práticas poderiam melhorar a produtividade das variedades, facilitando processos de venda do produto, o que propiciariam maiores chances de continuidade a conservação *in situ* – *on farm* dessas variedades.

5. Referências Bibliográficas

- Abadie T *et al.* (2005) Construção de uma coleção nuclear de arroz para o Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 40: 129-136
- Bae HK *et al.* (2013) Evaluation of gene flow from GM to non-GM rice. **Plant Breeding and Biotechnology**, 1:162-170
- Bellon MR, Pham JL, Jackson MT (1997) Genetic conservation: A role for rice farmers. *In*: Maxted N, Ford-Lloyd BV, Hawkes G (eds) Plant conservation: The *in situ* approach. London, Chapman & Hall, pp. 263-289
- Bocard D, Gillet F, Legendre P (2011). Numerical Ecology with R. Spring, DOI 10.1007/978-1-4419-7976-6
- Bonatti M (2011) Cambios climaticos, percepciones humanas y desarrollo rural. Dissertação, Universidad de Buenos Aires
- Brasil (2006) Presidência da Casa Civil. **Política Nacional da Agricultura Familiar e dos Empreendimentos Familiares Rurais**, Lei 11.326/2006. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/111326.htm Acessado em 28 Ago 2013
- Brasil (2015) Convenção sobre a Diversidade Biológica, Lei 13.123/2015. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13123.htm. Accessed 08 Set 2015 Acessado em 28 Ago 2013
- Camacho-Villa TCC, Maxted N, Scholten M, Ford-Lloyd B (2005) Defining and identifying crop landraces. **Plant genetic resources: characterization and utilization**, 3: 373-384
- Canci IJ (2010) Recuperação e conservação da agrobiodiversidade: caminho à autonomia dos agricultores familiares. *In*: Canci A, Alves AC, Guadagnin A (eds) Kit diversidade: Estratégias para a segurança alimentar e valorização das sementes locais. São Miguel do Oeste, Mclee
- Carpenter D (2005) The *in situ* conservation of rice plant genetic diversity: a case study from a Philippine Barangay. **Agriculture and Human Values**, 22: 421-434
- Ceccarelli S (1996) Adaptation to low/high input cultivation. **Euphytica**, 92:203-214
- CEPA (2013) Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina 2012-2013. ISSN 1677 5953
- Colombo TC, Júnior AM (2016). Comparativo dos custos na produção de arroz irrigado e arroz sequeiro. **ABCustos**, 10(2)

- Costa FM, De Almeida Silva NC, Ogliari JB (2016) Maize diversity in southern Brazil: indication of a microcenter of *Zea mays* L. **Genetic Resources and Crop Evolution**, 1-20
- Da Silva ED, Montalván R, Ando A (1999) Genealogia dos cultivares brasileiros de arroz-de-sequeiro. **Bragantia**, 58: 281-286
- Da Silveira RP (2015) Variedades locais de tomate conservadas por camponeses no município de Anchieta, Oeste de Santa Catarina. Dissertação, Universidade Federal de Santa Catarina
- Darwin C (1875) *The Variation of Animals and Plants under Domestication*. 2d ed, London, John Murray
- De Almeida Silva NC (2015) Conservação, diversidade e distribuição de variedades locais de milho e seus parentes silvestres no Extremo Oeste de Santa Catarina, Sul do Brasil. Tese, Universidade Federal de Santa Catarina
- De Almeida Silva NC, Ogliari JB (2015) Milho pipoca: mulheres agricultoras conectando o passado e o presente no Extremo Oeste de Santa Catarina. **Agriculturas**, 12: 31-36
- De Almeida Silva NC, Vidal R, Costa FM, Vaio M, Ogliari JB (2015) Presence of *Zea luxurians* (Durieu and Ascherson) bird in Southern Brazil: implications for the conservation of wild relatives of maize. **PloS one**, e0139034
- Dornelles SHB, Garcia DC, Loreto EL, Canto-Dorow TS, Manfron PA, Sanchotene DM, Oliveira LFV (2010) Suscetibilidade de biótipos de arroz-vermelho e de cultivares de arroz irrigado ao herbicida imazethapyr. **Planta Daninha**, 28: 1097-1106
- Embrapa Solos (2004) Solos do estado de Santa Catarina. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, ISSN 1678-0892
- Epagri (2017) Arroz orgânico ganha espaço em Meleiro. Disponível em <http://www.epagri.sc.gov.br/?p=14477> Accessed 07 Mai 2017
- Gao LZ (2003) The conservation of Chinese rice biodiversity: genetic erosion, ethnobotany and prospects. **Genetic Resources and Crop Evolution**, 50:7-32
- Gonçalves GMB, Souza R, Cardozo AM, Lohn AF, Canci A, Guadagnin CA, Ogliari JB (2013) Caracterização e avaliação de variedades de arroz de sequeiro conservadas por agricultores do Oeste de Santa Catarina. **Revista Agropecuária Catarinense**, 26:63-69
- GRISP (2013) *Rice Almanac*. 4 ed, Los Baños, International Rice Research Institute
- Guadagnin CMI, Guadagnin CA (2004) *Cultura do Arroz de Sequeiro*. In: Canci A, Vogt GA, Canci IJ (eds) *A diversidade das espécies*

- crioulas em Anchieta–SC. Diagnóstico, resultados de pesquisa e outros apontamentos para a conservação da agrobiodiversidade. São Miguel do Oeste, McLee
- Hammer Ø, Harper DAT, Ryan PD (2001) PAST: paleontological Statistics Software Package for education and data analysis. **Palaeontol Electron**, 4:1-9
- Hamrick JL (1982) Plant population genetics and evolution. **American Journal of Botany**, 1685-1693
- Hernández CO (2010) Reconhecimento e autonomia: o impacto do Pronaf-Mulher para as mulheres agricultoras. *In*: Scott P, Cordeiro R, Menezes M (eds) Gênero e geração em contextos rurais. 1 ed, Florianópolis, Mulheres
- Holsinger KE (2000) Reproductive systems and evolution in vascular plants. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 97:7037-7042
- IBGE (2014) Distribuição Espacial das SDRs e Mesorregiões do IBGE http://www.fapescc.sc.gov.br/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=120&Itemid=42 Acessado em 13 Fev 2014
- IBGE/CIDADES (2015a) Anchieta. <http://www.cidades.ibge.gov.br/> Acessado em 13 Fev 2014
- IBGE/CIDADES (2015b) Guaraciaba. <http://www.cidades.ibge.gov.br/> Acessado em 13 Fev 2014
- Jaccard P (1901) Étude comparative de la distribution florale dans une portion des Alpes et du Jura. **Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles**, 37: 547–579
- Jarvis DI, Myer L, Klemick H, Guarino L, Smale M, Brown AHD, Sadiki M, Sthapit B, Hodgkin T (2000) A Training Guide for *In situ* Conservation On-farm. Rome, International Plant Genetic Resources Institute
- Kanfany G, Gueye M, Fofana A, Ibrahima SARR, Ndiaye S, Diatta C, Diop B (2016) Participatory varietal selection of upland rice (*Oryza sativa*) varieties in the groundnut basin, Senegal. **Journal of Agricultural Extension and Rural Development**, 8: 73-79
- Maxted N *et al.* (1997) Complementary Conservation Strategies. *In*: Maxted N, Ford-Lloyd BV, Hawkes JG (eds) Plant Genetic Conservation: The *In situ* Approach. London, Chapman & Hall
- Messeguer J, Fogher C, Guiderdoni E, Marfa V, Catala MM, Baldi G, Mele E (2001) Field assessments of gene flow from transgenic to cultivated rice (*Oryza sativa* L.) using a herbicide resistance gene as tracer marker. **Theor. Appl. Genet.**, 103:1151-1159

- Messeguer J, Marfa V, Catala MM, Guiderdoni E, Mele E (2004) A field study of pollen-mediated gene flow from Mediterranean GM rice to conventional rice and the red rice weed. **Molecular Breeding**, 13: 103-112
- Moreno I, Ríos H, Almekinders C (2003) Caracterización de los sistemas locales de arroz de La Palma, Pinar del Río. **Cultivos Tropicales**, 24: 49-54
- Ogliari JB, Alves AC (2007) Manejo e uso de variedades de milho como estratégia de conservação em Anchieta. *In:* de Boef WS *et al.* (eds) Biodiversidade e Agricultores: Fortalecendo o manejo comunitário. 1 ed, Porto Alegre, L&PM
- Osório GT (2015) Diversidade de espécies e variedades locais no oeste catarinense: um estudo a partir de alface e radice em Anchieta e Guaraciaba. Dissertação, Universidade Federal de Santa Catarina
- Padrão G (2016) Desempenho da produção vegetal - Arroz. *In:* Epagri/CEPA. Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina 2014-2015. ISSN 1677-5953
- Roberts EH, Crawford RQ, Cochet F (1961) Estimation of percentage of natural cross pollination: experimente on rice. **Nature**, 190:1084-1085
- Shimabukuro M *et al.* (2014). Effects of the brown rice diet on visceral obesity and endothelial function: the BRAVO study. **British Journal of Nutrition**, 111(02), 310-320
- Song Z, Lu BR, Chen J (2004) Pollen flow of cultivated rice measured under experimental conditions. **Biodiversity & Conservation**, 13: 579-590
- Souza R (2015) Diversidade de variedades locais de milho doce e adocicado conservadas por agricultores do Oeste de Santa Catarina. Dissertação, Universidade Federal de Santa Catarina
- Vasconcelos ACF, Bonatti M, Schlindwein SL, D'agostini LR, Homem LR, Nelson R (2013) Landraces as an adaptation strategy to climate change for smallholders in Santa Catarina, Southern Brazil. **Land Use Policy**, 34: 250-254
- Vogt GA (2005) A dinâmica do uso e manejo de variedades locais de milho em propriedades agrícolas familiares. Dissertação, Universidade Federal de Santa Catarina
- Zeven AC (1998) Landraces: a review of definitions and classifications. **Euphytica**, 104: 127-139
- Zoldan PC, Mior LC (2012) Produção orgânica na agricultura familiar de Santa Catarina. Epagri: Documentos 239 ISSN 0100-8986

CAPÍTULO III

Caracterização da diversidade fenotípica de variedades locais de arroz de sequeiro conservadas pela agricultura familiar no Extremo Oeste de Santa Catarina.

Resumo: No Extremo Oeste de Santa Catarina (EOSC), o arroz é produzido a partir de variedades locais cultivadas em sistema de sequeiro, sendo a produção voltada especialmente para o autoconsumo das famílias. O presente estudo caracterizou a diversidade fenotípica de 60 variedades locais de arroz de sequeiro, coletadas em 27 comunidades rurais de Anchieta e Guaraciaba, ambos municípios do EOSC. As análises tiveram como base os descritores mínimos para a cultura do arroz. Foi calculada a matriz de distância Euclidiana e efetuada uma análise de componentes principais. A matriz foi representada em dendograma gerado pelo método UPGMA. Os resultados demonstraram a existência de diversidade entre e dentro das variedades locais avaliadas. Foram identificados 21 grupos morfológicos (GMs), com base apenas nas características de grão, sendo que 12 GMs são representados por uma única variedade. A distribuição geográfica dos GMs não apresenta um padrão estabelecido por comunidades ou municípios, sendo completamente aleatória. Considerando a ampla diversidade dos descritores analisados, 35 variedades apresentam uma mistura de características representantes dos subgrupos índica e japônica, enquanto 24 variedades apresentaram somente características representantes do subgrupo índica e apenas quatro apresentaram características representantes do subgrupo japônica. Tal constatação é surpreendente, visto que, no Brasil, as variedades adaptadas ao sistema de sequeiro geralmente possuem o conjunto gênico do subgrupo japônica. A análise de agrupamento apontou o isolamento de quatro populações avaliadas e a existência de quatro grupos ($ccc = 0,82$). O grupo I agrupou três populações locais; o grupo II agrupou 41 populações locais e duas testemunhas; o grupo III agrupou quatro populações e; grupo IV agrupou nove populações. O grupo II apresentou maior variação, seus grãos apresentaram formato meio-alongado ou alongado, coloração de pericarpo parda ou vermelha e, de forma generalizada, apresentaram características do subgrupo índica. Contrastando com as características do grupo II, o grupo III apresentou grãos escuros e de menores comprimentos, representando o subgrupo japônica. Em suma, as variedades locais de arroz de sequeiro conservadas no EOSC apresentaram uma diversidade potencial para uso

em programas de melhoramento genético participativo. Estudos genéticos por meio de análises moleculares devem complementar os resultados do presente trabalho.

Palavras-chave: *Oryza sativa* L.; conservação *in situ on farm*; melhoramento genético participativo.

1. Introdução

A espécie *Oryza sativa* L. é produzida em todos os continentes, em uma infinidade de agrossistemas (GRISP 2013). O Brasil é o nono produtor mundial (World Rice Production 2017), sendo o país de maior produção fora do continente asiático, centro de origem e diversidade da espécie (Padrão 2016).

Em função da dimensão territorial e consequentes diferenças edafoclimáticas existentes no país, a orizicultura brasileira ocorre em sistemas de cultivo diferenciados. No Sul, especialmente nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina – maiores produtores nacionais, o cultivo ocorre em sistema irrigado de produção (Coltro *et al.* 2016), enquanto nas regiões Centro-oeste, Norte e Nordeste, o cultivo ocorre basicamente pelo sistema de sequeiro, também conhecido como sistema de terras altas (Heinemann & Sentelhas 2011; Colombari-Filho *et al.* 2013).

Todavia, mesmo estando localizada em um dos principais estados produtores em sistema irrigado, a microrregião do Extremo Oeste de Santa Catarina (EOSC) produz o arroz em sistema de sequeiro, tendo como finalidade o consumo dos grãos e a segurança alimentar das famílias produtoras (ver capítulos I e II).

O arroz de sequeiro é menos exigente em insumos, mais tolerante a solos ácidos e degradados, apresenta boa capacidade de adaptação a solos corrigidos, podendo ser empregado na recuperação de pastagens e em cultivos de rotação com outras culturas (Ferreira & Villar 2003). Além disso, o sistema de sequeiro é uma tecnologia promissora para a conservação da água e, considerando o melhoramento genético contínuo, variedades adaptadas a esta condição terão rendimentos comparáveis ao arroz irrigado (Kato *et al.* 2009).

A utilização de cultivares não adaptadas e de baixo potencial produtivo, aliada ao mau manejo, instabilidade climática e ocorrência de doenças e pragas, torna o arroz de sequeiro uma “cultura de elevado risco” (Guimarães & Sant’ana 1999). Além disso, pesquisas sobre a diversidade genética das cultivares de arroz utilizadas no Brasil, tanto irrigadas como de sequeiro, têm apontado uma base genética bastante estreita, o que tem proporcionado um mesmo patamar de produtividade das cultivares lançadas e ganhos genéticos de baixa magnitude, nos últimos anos (Rangel *et al.* 1996; Montalban *et al.* 1998; Breseghello *et al.* 1999; Da Silva *et al.* 1999; Rangel *et al.* 2000; Rabelo *et al.* 2015).

Em contrapartida, Abadie *et al.* (2005) discutem que as variedades tradicionais de arroz de terras altas têm uma diversidade

genética mais elevada do que aquelas de várzeas. Nesse sentido, também Brondani *et al.* (2006) apontam que a elevada heterogeneidade alélica encontrada entre 192 variedades de arroz conservadas pela Embrapa Arroz e Feijão indica que as variedades tradicionais brasileiras são uma boa fonte de variabilidade genética a ser explorada em cruzamentos com germoplasma elite.

Genótipos pertencentes ao estrato de variedades tradicionais da coleção nuclear de arroz mantida pela Embrapa Arroz e Feijão foram os mais estáveis e alguns estão entre os mais produtivos em diferentes localidades brasileiras avaliadas por Bueno *et al.* (2012). Considerando o resultado dessas publicações, estudos sobre a variabilidade genética conservada *ex situ* nas instituições e *in situ on farm* pelos agricultores podem contribuir para o desenvolvimento de cultivares mais adaptadas às condições locais de cultivo, permitindo aumentos na produtividade e rendimento.

As variedades locais de uma cultura são aquelas populações que foram cultivadas e selecionadas em conjunta evolução com pragas, doenças, mudanças de clima e de solos, tornando-se adaptadas às condições locais de cultivo (Harlan 1975; Frankel *et al.* 1998; Camacho-Villa *et al.* 2005). Essas variedades constituem um dos principais componentes da agrobiodiversidade, sendo peças chaves para o desenho de sistemas agrícolas sustentáveis, programas de melhoramento genético e, particularmente, importantes para determinados interesses dos agricultores (Jarvis *et al.* 2000).

A região do Extremo Oeste de Santa Catarina - EOSC apresenta um grande número de residências rurais de cunho familiar responsável pela conservação de variedades de diferentes espécies vegetais. Dados analisados por Osório (2015) apontam a existência de variedades locais de 64 espécies mantidas na região, em destaque estão às espécies clonais, conservadas por um número maior de famílias, como é o caso da mandioca, da cebolinha verde, da batata doce, da cana e do alho. Da Silveira (2015) encontrou 132 populações de variedades locais de tomate conservadas em Anchieta (município do EOSC) e utilizadas, sobretudo, para a alimentação da família. Diversos estudos realizados na região têm apontado como um microcentro de diversidade de *Zea mays* L., devido a conservação de um elevado número de variedades locais dessa espécie, a existência de diferentes grupos morfológicos associados a diferentes valores de usos, adaptativos e agrônômicos (Costa *et al.* 2016), bem como à presença de parentes silvestres da espécie (De Almeida Silva *et al.* 2015; Costa *et al.* 2016).

No EOSC, o arroz de sequeiro é cultivado a partir de sementes locais, cultivadas e partilhadas entre vizinhos e familiares ao longo de gerações. Sua produção está fortemente vinculada à segurança alimentar da família produtora e às suas tradições culinárias (ver Capítulo I).

A caracterização fenotípica do germoplasma é uma importante estratégia para a incorporação da variabilidade genética em programas de melhoramento genético (McCouch 2004). É fundamental que o melhorista conheça bem o germoplasma disponível, suas características excepcionais e suas deficiências, considerando que o encontro do meio termo entre esses pontos seja o sucesso de um programa de melhoramento. Neste contexto, o presente trabalho teve por objetivo caracterizar fenotipicamente 60 variedades locais de arroz de sequeiro conservadas *in situ on farm* por agricultores familiares do EOSC, a fim de conhecer a diversidade deste recurso fitogenético e proporcionar escopos para sua utilização em futuros programas de melhoramento genético participativo, voltados para esta região do estado.

2. Material e Métodos

2.1 Material Vegetal

Entre os anos de 2013 e 2015, foram realizadas entrevistas com 86 famílias residentes nos municípios de Anchieta e Guaraciaba mantenedoras de 112 variedades locais de arroz de sequeiro. Das variedades conservadas *in situ-on farm*, 105 foram doadas pelas famílias mantenedoras para o Núcleo de Estudos em Agrobiodiversidade – NEABio da Universidade Federal de Santa Catarina e, posteriormente à limpeza das sementes, as mesmas foram armazenadas em potes plásticos vedados, mantidos a temperatura ambiente.

Para a seleção das variedades caracterizadas no presente estudo, foram considerados dois pontos: 1) germinação superior a 80% e 2) quantidade mínima doada de 500 g de sementes. A partir desses pré-requisitos, 60 variedades foram selecionadas.

Na ausência de cultivares de arroz de sequeiro recomendadas para cultivo no Sul brasileiro, foram utilizadas como testemunhas as cultivares comerciais, BRS Monarca (T1), BRS Sertaneja (T2) e BRS Serra Dourada (T3), cedidas pela Embrapa Arroz e Feijão e recomendadas para o plantio nos estados do Centro-Oeste, Norte e Nordeste.

2.2 Desenho Experimental e caracterização das variedades

As 60 variedades locais e as três testemunhas constituíram os 63 tratamentos avaliados entre novembro de 2015 e março de 2016, na Fazenda Experimental da Ressacada da Universidade Federal de Santa Catarina) localizada em Florianópolis/SC. A fazenda está situada em uma sub-região de clima sub-tropical constantemente úmido, sem estação seca, com verão quente, precipitação normal variando de 1270 a 1600 mm anuais, umidade relativa do ar em torno de 82% (média anual) e insolação total anual de 2021 a 2166 horas (Brasil 2017). O solo da área experimental é classificado como Neossolo Quartzarênico Hidromórfico Típico (Santos *et al.* 2013). As condições climáticas do período de condução do experimento estão expostas na Tabela 1.

Tabela 1. Dados climáticos (médias, máximas e mínimas) para a região de Florianópolis no período de 17/12/2015 a 17/03/2016. Dados coletados via site INMET.

Condições climáticas	Média	Mínimo	Máximo
Precipitação (mm)	7,90	0	85,1
Insolação (hs)	4,98	0	12,5
Temperatura máxima diária (°C)	29,03	22,8	36,8
Temperatura média diária (°C)	25,04	20,56	29,22
Temperatura mínima diária (°C)	21,71	16,7	16,7
Umidade relativa do ar (%)	79,01	59	96

Dados obtidos em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>
 Dados de média, mínimo e máximo para o período do experimento.

Por não haver recomendação para o plantio em sequeiro no Sul brasileiro, a data da semeadura foi estabelecida com base nos limites favoráveis para o plantio de variedades de ciclo precoce, médio e tardio do arroz irrigado para Santa Catarina, conforme Thomé *et al.* (1997).

O delineamento experimental foi de blocos completamente casualizados com duas repetições (Anexo IV). As parcelas foram compostas por três fileiras de dois metros lineares, espaçadas 0,5 metros entre si. As avaliações dos descritores foram realizadas na área útil da parcela, constituída pela linha central.

De acordo com a análise de solo realizada previamente e as recomendações técnicas para a adubação do arroz de sequeiro (ROLAS 2004), foram aplicados 40 kg N/ha, 60 kg P₂O₅/ha e 60 kg K₂O/ha na área experimental. O nitrogênio foi distribuído em três aplicações: 10 kg N/ha no plantio; 15 kg de N/ha no perfilhamento e; 15 kg de N/ha no ponto de algodão (início da diferenciação da panícula). O desbaste foi realizado quando as plantas apresentavam 10 dias, estabelecendo a densidade final de 55 plantas por metro linear (Gonçalves *et al.* 2013). O manejo de plantas invasoras foi realizado manualmente por meio de mondas e capinas.

Os caracteres morfológicos e agrônômicos (Tabela 2) foram avaliados de acordo com as indicações para a cultura, seguindo os descritores mínimos de arroz do MAPA (Brasil 1997) e da Bioversity (Bioversity International 2011). Cada descritor foi avaliado em 10 plantas da parcela útil. Para caracterizar a variedade, foram utilizados a

média, no caso de descritores quantitativos e o estado de maior frequência para descritores qualitativos.

As avaliações do desenvolvimento fenológico das plantas ocorreram diariamente, anotando-se o dia quando 50% ou mais plantas da parcela alcançassem os estádios correspondentes à: emergência; duas folhas; oito folhas; primeiro perfilho; cinco perfilhos; primeiro nó detectado; folha bandeira visível; início do emborrachamento; emborrachamento pleno; abertura da folha bandeira; primeiras aristas; primeira espiguetta; meia panícula; panícula completa; início da antese; antese completa; estágio aquoso da cariopse; estágio leitoso da cariopse; estágio pastoso da cariopse; cariopse dura e colheita, conforme Brasil (1997).

O acamamento das plantas foi avaliado imediatamente antes da colheita, por meio da medição com trena milimétrica do comprimento das linhas acamadas e da proporção em relação ao comprimento total da parcela.

O descasque dos grãos foi realizado com auxílio do miniengenho de provas de arroz MT 81 (marca Suzuki) do Setor de Classificação Vegetal da Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina (CIDASC).

As análises morfométricas dos grãos foram realizadas por meio do equipamento Rice Grain Scanner (Marschalek *et al.* 2017), cedido pela Estação Experimental de Itajaí da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI). A partir da captura de imagens dos grãos em queda livre, o software possibilita a análise de medidas tridimensionais, como comprimento, espessura e largura e outras características importantes para classificação da qualidade dos grãos (Marschalek *et al.* 2017). Para tal, foi utilizada uma amostra de 30 gramas de grãos descascados, assim, uma média de 1.121 grãos/amostra tiveram as dimensões analisadas.

Tabela 2. Descritores morfológicos, seus diferentes estados, fase de avaliação e referência.

Descritores	Sigla	Estados	Fase de avaliação	Referência
Cor de folha	CF	1)Verde-claro; 2)Verde; 3)Verde-escuro; 4)Púrpura na ponta; 5) Púrpura na margem; 6)Púrpura; 7)Púrpura (bainha).	Emborrachamento	Brasil (1997)
Pubescência do limbo	PL	1)Ausente; 3)Escassa; 5)Média; 6)Forte.	Emborrachamento	Brasil (1997)
Cor da aurícula	CA	1)Verde-claro; 2)Púrpura.	Emborrachamento	Brasil (1997)
Cor da lígula	CL	1)Incolor a verde; 2)Púrpura.	Emborrachamento	Brasil (1997)
Ângulo da folha bandeira	AB	1)Ereto; 3)Intermediário; 5)Horizontal; 7)Descendente.	Floração	Brasil (1997)
Comprimento de colmo	CC	Altura do nível do solo até o nó ciliar da panícula em cm (medição com fita métrica)	Floração	Brasil (1997)
Espessura de colmo	EC	Em mm (medição com paquímetro digital)	Floração	Brasil (1997)
Cor do Internódio	CI	1)Verde claro; 2)Dourado claro; 3)Estrias púrpuras; 4)Púrpura.	Floração	Brasil (1997)
Cor da bainha	CB	1)Ausente/muito fraca; 3)Fraca; 5)Média; 7)Forte; 9)Muito Forte.	Floração	Brasil (1997)
Cor do estigma	CE	1)Branca; 2)Verde-claro; 3)Amarela; 4)Púrpura-claro; 5)Púrpura.	Floração	Brasil (1997)
Cor do ápículo (floração)	CAF	1)Branca; 2)Verde;3)Amarela; 4)Marrom; 5)Vermelha; 6)Púrpura; 7)Preta.	Floração	Brasil (1997)

Continuação...

Descritores	Sigla	Estados	Fase de avaliação	Referência
Ângulo dos perfilhos	AA	1)Ereto; 3)Intermediário; 5)Aberto.	Maturação	Brasil (1997)
Número de panículas	NP	Contagem	Maturação	Bioversity (2011)
Comprimento de panícula	CP	Em cm (medição com régua)	Maturação	Brasil (1997)
Tipo de panícula	TP	1)Compacta; 3)Intermediária; 5)Aberta.	Maturação	Brasil (1997)
Exserção da panícula	EP	1)Completa; 3)Média; 5)Justa.	Maturação	Brasil (1997)
Degrane	DE	1)Fácil; 3)Intermediário; 5)Difícil.	Maturação	Brasil (1997)
Presença de aristas	PA	Presença/ausência	Maturação	Brasil (1997)
Comprimento das aristas	CAR	Em mm (medição com paquímetro digital)	Maturação	Brasil (1997)
Pubescência das glumelas	PG	1)Ausente/muito fraca; 3)Fraca; 5)Média; 7)Forte; 9)Muito Forte.	Maturação	Brasil (1997)
Cor do ápulo (maturação)	CA M	1)Branca; 2)Amarela; 3)Marrom; 4)Vermelha; 5)Púrpura; 6)Preta.	Maturação	Brasil (1997)
Cor da pálea e lema	CPL	1) Branco; 2) Palha; 3) Dourado; 4) Marrom; 5) Manchas marrons; 6) Sulcos marrons; 7) Púrpura; 8) Avermelhado a púrpura claro; 9) Manchas púrpuras; 10) Sulcos púrpuras; 11) Preto	Maturação	Bioversity (2011)
Cor das glumas estéreis	CG	1)Palha; 2)Dourada; 3)Vermelha; 4)Púrpura.	Maturação	Brasil (1997)
Acamamento	ACA	Relação área acamada/área total da parcela	Pré-Colheita	Brasil (1997)
Ciclo cultural	CIC	Número de dias da emergência até a colheita	-	-

Continuação...

Descritores	Sigla	Estados	Fase de avaliação	Referência
Largura de grão integral	LG	Em mm (Software Image EEI – EPAGRI)	Pós-Colheita	EPAGRI
Espessura de grão integral	EG	Em mm (Software Image EEI – EPAGRI)	Pós-Colheita	EPAGRI
Cor de grão integral	CGI	1) Branca; 2) Pardo-clara; 3) Parda; 4) Vermelha; 5) Púrpura	Pós-Colheita	Brasil (1997)
Formato de grão integral	FG	Com base na relação comprimento/largura dos grãos: 1) curto-arredondado; 2) meio-alongado; 3) alongado; 4) muito-alongado	Pós-Colheita	Brasil (1997)

2.3 Análises estatísticas

Os dados foram analisados com base em estatísticas descritivas (frequências absolutas e relativas) e teste não-paramétrico (qui-quadrado), adotando-se um nível de significância de 5%.

Para análise da diversidade, foi computada uma matriz contendo as variáveis ordinais e quantitativas, geradas a partir dos descritores aferidos (Tabela 2) e também calculadas as distâncias entre as variedades. Como critérios para utilização das variáveis no cálculo da distância Euclidiana, foi verificada a correlação entre as variáveis com auxílio do programa PAST 3.04 (Hammer *et al.* 2001). A partir disso, foram eliminadas aquelas com correlação muito forte, além das variáveis com baixa diversidade de estados.

Para a demonstração gráfica da diversidade das variedades locais, foi utilizado o método de ligação da média aritmética não ponderada entre grupos (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean – UPGMA). Para compreensão da influência das variáveis na distribuição e agrupamento das variedades locais de arroz foi realizada uma análise de componentes principais (PCA), por meio de uma matriz de covariância amostral, com os dados quantitativos estandardizados. A partir dos novos componentes extraídos, foi possível a representação bi e tridimensional das variedades locais. As análises multivariadas foram realizadas na linguagem R, com utilização das funções dos pacotes vegan (Oksanen *et al.* 2016), stats, graphics e base (R Core Team 2016).

3. Resultados e Discussão

3.1 Diversidade fenotípica das variedades

3.1.1 Plantas

A caracterização fenotípica das variedades locais de arroz de sequeiro conservadas no EOSC permitiu a observação da variabilidade existente, bem como a identificação das características compartilhadas pelas mesmas. Esse tipo de avaliação tem papel fundamental na identificação de materiais divergentes e com bom desempenho agrônomico.

A análise da fenologia permitiu inferir sobre o ciclo de cultivo das variedades, as quais apresentaram, em média, um ciclo 112 dias entre a emergência e a colheita, sendo o mínimo de 105 e o máximo de 120 dias. A antese ocorreu em média aos 79,71 dias após a emergência, variando de 71 a 90 dias. A partir destes valores, 78% das variedades foram classificadas como *precoces* e 22% como *semiprecoces*, de acordo com classificação de Adorian (2010). Tais resultados não eram esperados, em função da rusticidade das variedades e dos maiores tempos de ciclo registrados pelos agricultores mantenedores das variedades no EOSC, que indicaram em média 93 dias para a floração e 141 dias para a colheita.

O ciclo fenológico do arroz pode variar de acordo com a região de cultivo e, assim, caracteres como a produção de grãos, dias para a floração e altura das plantas possuem comportamentos diferenciados diante das variações ambientais (Cargnin *et al.* 2008). As variedades locais avaliadas podem ter apresentado os ciclos reduzidos, devido às condições controladas (adubação e irrigação), bem como às temperaturas médias (21 a 29°C) observadas no período do experimento, consideradas ótimas para o cultivo do arroz (Sosbai 2016).

Como discutido no Capítulo I, a seca é um fenômeno que frequentemente atinge a cultura do arroz, sendo o principal problema relacionado à erosão genética deste recurso no EOSC. Plantas de arroz sob estresse hídrico tendem a atrasar seu ciclo, já que necessitam priorizar a formação de raízes ou de outras partes vegetativas, no intuito de aumentar a produção fotossintética (Uga *et al.* 2013). Assim, nas condições ótimas de cultivo observadas durante o experimento, as variedades locais apresentaram ciclos reduzidos. Em geral, variedades precoces são requeridas por programas de melhoramento genético, em função da possibilidade de escape dos períodos de estiagem e redução

da perda de produtividade em situações estressantes (Soares *et al.* 2005; Borges *et al.* 2009; Heinemann, 2010).

A constatação de ciclos mais curtos nas condições controladas sugere que as formas de seleção natural (passagem por períodos de estiagem constantes) e artificial (colheita das plantas mais adiantadas), realizadas no EOSC (Capítulo 2), têm selecionado plantas cada vez mais precoces. Além disso, melhorias no manejo, considerando a irrigação ocasional em dias mais secos e quentes, especialmente durante a fase de enchimento de grãos, podem reduzir as perdas ocasionadas em função das recorrentes secas na região.

Algumas características morfofisiológicas, como a altura de plantas, a esterilidade de espiguetas, o número de perfilhos e panículas e o índice de susceptibilidade à seca podem indicar o grau de tolerância à seca em genótipos de arroz de terras altas (Terra *et al.* 2015) e devem ser considerados pontos chaves para futuros trabalhos com as variedades locais avaliadas no presente estudo.

Quanto às características morfológicas das folhas, a maioria das variedades possui folhas de *cor verde* (46,03%), porém, parte das variedades apresentou uma mistura de plantas de *folhas verdes* ou *verde-escuro* (30,16%). A pubescência das folhas é *ausente* ou *escassa* para a maioria (66,67%) e, em alguns casos, a pubescência foi classificada como *escassa a média* (28,57%). O ângulo da folha bandeira foi considerado *ereto* em 39,68% das variedades, *intermediário* em 14,29% e *horizontal* em 3,17%. Assim como para a cor e a pubescência de folhas, nota-se que algumas variedades são compostas por uma mistura de plantas de folhas bandeiras *eretas*, *intermediárias* e/ou *horizontais*; entretanto, nenhuma variedade apresentou folha bandeira *descendente*.

Para as características de colmo, observou-se uma alta incidência da *cor verde-claro* (68,25%), nos internódios, e a *ausente* ou *fraca coloração por antocianina*, nos nós (79,37%). Contudo, 41,27% das variedades apresentaram bainhas com *estrias púrpuras*.

O ângulo dos perfilhos de todas as variedades ficou entre *ereto* (19,05%), *ereto* e *intermediário* (36,10%), *intermediário* (38,10%) e *intermediário* e *aberto* (6,35%), não havendo nenhuma variedade com o ângulo de perfilhos exclusivamente *aberto*. As variedades apresentaram em média 5,95 perfilhos por planta, com mínimo de 2,95 e máximo de 14,8.

Entre as variedades avaliadas, 26,98% não apresentaram plantas acamadas, 26,98% apresentaram até 25% da área acamada, 15,98% apresentaram até 50% da área acamada, 15,98% apresentaram até 75%

da área acamada e 14,29% apresentaram mais de 75% da área acamada. A análise da correlação de alguns caracteres e o acamamento apontou uma correlação moderada positiva do acamamento com o *ângulo dos perfilhos* ($r = 0,38$ $p = 0,0016$); com o *número de perfilhos* ($r = 0,36$ $p = 0,003$); e com a *exserção da panícula* ($r = 0,30$ $p = 0,015$).

Parâmetros como média, desvio padrão e coeficiente de variação de características morfológicas quantitativas (Tabela 3) evidenciam a existência de uma elevada diversidade dentro das variedades, padrão evidenciado também por diferentes descritores qualitativos, conforme já mencionado. A variabilidade genética constitui-se na essência dos processos evolutivos e do melhoramento vegetal, uma vez que é imprescindível a presença desta para que a seleção natural e/ou artificial seja efetiva (Jennings *et al.*, 1981).

As variedades avaliadas apresentaram grande amplitude em relação à altura de planta (de 50,6 a 150,9 cm). Considerando a classificação proposta por Bioversity International (2011), oito variedades possuem colmos curtos (71 – 90 cm); 38 possuem colmos de curtos a intermediários (91 – 105 cm); 13 intermediários (106 – 120 cm); um intermediário a longo (121 – 140 cm) e; um longo (141 – 155 cm).

Em geral, programas de melhoramento buscam variedades com portes menores, a fim de prevenir problemas com o acamamento. No presente trabalho, por meio do teste do qui-quadrado, não foi verificado dependência entre as classes de comprimento de colmo e as classes de porcentagem de acamamento ($p = 0,23$).

Entre os caracteres fenotípicos com maior amplitude de variação, em 95 acessos de arroz de terras altas da coleção nuclear mantida pela Embrapa Arroz e Feijão estão caracteres como *dias para floração*, *altura de planta* e *número de panículas* (Adorian 2010), características bastante variáveis também entre as plantas das variedades do EOOSC.

Tabela 3. Média, desvio padrão e coeficiente de variação (CV%) de 10 características morfológicas quantitativas avaliadas em 60 variedades locais de arroz de sequeiro do EOSC e três cultivares comerciais.

Características morfológicas	Média	Amplitude	Desvio Padrão	CV (%)
Espessura de colmo (mm) *	3,46	2,216 - 4,002	0,30	8,52
Comprimento de colmo (cm) *	99,85	50,6 - 150,9	13,58	13,60
Número de perfilhos (contagem) *	5,95	2,95 - 14,8	2,16	36,29
Número de panículas (contagem) *	4,54	2,4 - 9,5	1,15	25,43
Comprimento de panículas (cm) *	24,45	18,95 - 27,3	1,56	6,40
Comprimento das aristas (mm) *	2,37	0,73 - 5,23	1,16	48,90
Comprimento do grão integral (mm) **	7,00	5,30 - 7,65	0,48	6,88
Largura do grão integral (mm) **	2,59	2,05 - 2,87	0,16	6,23
Espessura do grão integral (mm) **	1,78	1,59 - 1,91	0,09	5,00
Peso de 1000 grãos (g) **	24,19	16,82 - 11,16	4,05	16,73

* Médias de duas repetições, estimadas a partir de 20 plantas da área útil da parcela.

** Médias de duas repetições, estimadas em amostras de 30 g de grãos descascados (média 1121 grãos/amostra).

3.1.2 Panícula e grão

A cor do estigma foi classificada como *branca* em 55,56% das variedades, como *verde-claro* em 11,11% e *amarelo* em 1,59%. Algumas variedades (26,98%) apresentaram uma mistura de plantas com estigmas *brancos* e plantas com estigmas *amarelos* e outras (4,76%) apresentaram uma mistura de estigmas *verde-claros* e *amarelos*.

As variedades apresentaram em média 4,53 panículas por planta, com mínimo de 2,4 e máximo de 9,5. O tamanho médio das panículas foi de 24,44 cm, com mínimo de 18,95 e máximo de 27,3 cm.

A produtividade do arroz é definida pelo número de panículas por área, número de sementes por panícula e massa de mil sementes (Marchezan *et al.* 2005). Em virtude de o presente trabalho objetivar a caracterização fenotípica inicial das variedades e ter sido realizado em um ambiente alheio ao local de cultivo e de adaptação das variedades, componentes do rendimento e produtividade não foram avaliados.

O tipo de panícula variou bastante entre e dentro das variedades, porém, nenhuma delas apresentou exclusivamente panículas *eretas*, *horizontais* ou *inclinadas*. Foram encontradas variedades com panículas *semi-eretas* (4,76%), *semi-eretas* e *espalhadas* (28,57%), *espalhadas* (31,75%), *espalhadas* e *horizontais* (33,33%) e *horizontal* e *inclinada* (1,59%). Assim como o tipo de panícula, a exserção da panícula (distância entre a bainha da folha bandeira e o início da panícula) também apresentou bastante variação entre as plantas de uma mesma variedade, com 6,35% das variedades com exserção *completa*, 61,90% com exserção de *completa a média* e 31,75% de *média a justa*.

O degrane foi estabelecido como *fácil* em 9,52% das variedades, como *intermediário* em 3,17%, *intermediário a difícil* em 84,13% e *difícil* em 3,17%. O grau de dificuldade do degrane também evidencia a grande diversidade existente entre plantas de uma mesma variedade. Esse caracter apresenta fundamental importância para o manejo da cultura, uma vez que variedades com baixo degrane natural podem permanecer no campo por mais tempo, sem que ocorra perda de grãos, até que todas as plantas atinjam a maturidade para a colheita, facilitando assim o trabalho da família produtora.

Quanto às características de grão, 79,37% das variedades apresentam glumelas férteis de coloração *palha*, 4,76% *palha* e *dourado*, 9,52% *douradas* e 6,35% *marrons*. A pubescência das

glumelas também foi bastante variável, 38,10% das variedades foram consideradas *glabras*, 6,35% possuem uma *fraca pubescência*, 12,70% possuem uma *média pubescência* e 28,57% uma *forte pubescência*.

Entre as variedades analisadas, 30,16% apresentaram aristas, com comprimento médio de 2,38 mm, variando de 0,735 a 5,232 mm. Houve grande variação no desenvolvimento dessa estrutura, havendo plantas de uma mesma variedade com cariopses aristadas e não aristadas, bem como panículas com cariopses aristadas ou não.

A presença de aristas em algumas das variedades do EOSC é um indicativo da rusticidade e ausência de melhoramento genético formal, que em geral, na seleção para aumentos na produtividade e melhorias no manuseio pós-colheita, buscam genótipos sem aristas ou com aristas curtas. A presença e o comprimento desse caráter são conferidos por herança poligênica e pela interação com o ambiente. Tal estrutura possui as funções de dispersão e impedimento da granivoria (Jin *et al.* 2016; Li *et al.* 2016; Bessho-Uehara *et al.* 2016; Ikemoto *et al.* 2016).

Sobre a cor de grão integral, 76,19% apresentaram grãos *pardos* e 23,81% grãos *vermelhos*. Todavia, em diversas variedades ocorrem grãos de diferentes cores e formatos (Figura 1). A análise das dimensões dos grãos apontou comprimento médio de 7,00 mm, variando de 5,30 a 7,65 mm; largura média de 2,59 mm, com variação de 2,05 a 2,87 mm e; espessura média de 1,78 mm, com variação de 1,59 a 1,91 mm (Tabela 3). A partir da relação comprimento/largura de grão integral e classificação proposta pelo MAPA (1997), 53,95% das variedades possuem grãos *meio-alongados*, 42,86% são grãos *alongados* e 3,17% grãos *muito-alongados*, nenhuma variedade apresenta grãos *curto-arredondados*. Considerando as classes comerciais de arroz propostas por Castro *et al.* (1999), 47,61% das variedades avaliadas possuem grãos *longos-finos*, 47,61% possuem grãos *longos* e 4,76% grãos *médios*. O peso médio de 1000 grãos foi de 24,19 gramas, com mínimo de 16,82 e máximo de 44,16 gramas.

Figura 1. Cores e formatos de grãos integrais de variedades locais de arroz de sequeiro conservadas no EOOSC.



A análise de correlação entre características de grão apontou uma correlação moderada positiva entre a *presença de aristas* e a *cor da pálea e lema* ($r=0,50$ $p<0,001$), indicando que variedades com cariopses mais escuras geralmente apresentam aristas. Também em correlação moderada positiva estão a *pubescência da pálea e lema* e a *cor de grão integral* ($r=0,64$ $p=1,49E^{-08}$), indicando que variedades com pericarpos

mais escuros são as que também apresentam uma maior incidência de pelos. As variáveis *pubescência da pálea e lema* e *formato de grão integral* estão associadas moderadamente de forma negativa ($r = -0,60$ $p < 0,001$). Neste caso, variedades com os menores tamanhos de grãos apresentam pubescência. Também foi observada uma correlação moderada negativa entre a *cor do grão integral* e o *formato de grão integral* ($r = -0,42$ $p < 0,001$), indicando que grãos de pericarpos escuros apresentaram os menores tamanhos de grão.

Com base nas características morfológicas *cor e pubescência de pálea e lema, presença de arista, formato e cor de grão integral*, foram descritos 21 grupos morfológicos (GMs) (Tabela 4). O GM mais expressivo (maior número de variedades representantes), com 14 variedades locais e duas testemunhas (BRS Monarca e BRS Sertaneja), foi identificado pela cariopse palha e glabra, sem arista, grão alongado e pardo. O segundo mais expressivo com oito variedades locais, foi caracterizado pela cariopse palha, sem arista, com pálea e lema pubescentes, grão meio-alongado e vermelho. O terceiro com sete variedades locais difere do segundo apenas pela cor de grão integral (parda). Entre os 21 GMs encontrados, 11 foram representados por apenas uma variedade, sugerindo a existência de uma elevada diversidade morfológica entre as variedades.

O posicionamento geográfico dos GMs (Figura 2) demonstra aleatoriedade a distribuição destas características, uma vez que os grupos mais expressivos (em ordem de representatividade GMs 13, 9 e 8) são encontrados em diferentes comunidades nos dois municípios de estudo.

Tabela 4. Grupos morfológicos baseados em características morfológicas de grãos e as variedades representantes.

GM	CPL	PA	PG	FG	CGI	N	Variedades*
1	Palha	Sim	Sim	Meio-alongado	Parda	5	<i>1158Piriquito; 934Piriquito; 242SN; 1105BrancoDirceu; 694MatoGrosso</i>
2	Palha	Sim	Sim	Meio-alongado	Vermelha	1	<i>2319Perin</i>
3	Palha	Sim	Sim	Alongado	Vermelha	1	<i>720SN</i>
4	Palha	Sim	Sim	Muito-alongado	Parda	1	<i>2109Agulhinha</i>
5	Palha	Sim	Não	Meio-alongado	Parda	2	<i>439Amarelinho; 636Preto</i>
6	Palha	Sim	Não	Alongado	Parda	1	<i>2071SN</i>
7	Palha	Sim	Não	Meio-alongado	Parda	1	<i>650Branco</i>
8	Palha	Não	Sim	Meio-alongado	Parda	7	<i>965SN; 716Antigo; 71SN; 959Sauthier; 2474Agulhão; 1033SN; 2534Branco 2092Piriquitinho; 71Branco; 650Marrom;</i>
9	Palha	Não	Sim	Meio-alongado	Vermelha	8	<i>2529SN; 2433Ribas; 2433Fonseca; 2433Agulhinha; 2590Amarelão</i>
10	Palha	Não	Sim	Alongado	Parda	4	<i>2316SN; 215SN; 1084SN; 725Alto</i>
11	Palha	Não	Não	Meio-alongado	Parda	1	<i>2319Crestani</i>
12	Palha	Não	Não	Meio-alongado	Vermelha	1	<i>967Colonial</i>

*O número que antecede o nome da variedade identifica o agricultor mantenedor.

GM grupo morfológico; **CPL** cor de pálea e lema; **PA** presença de aristas; **PG** pubescência das glumelas; **FG** formato de grão integral; **CGI** cor de grão integral; **N** número de variedades pertencentes ao grupo morfológico.

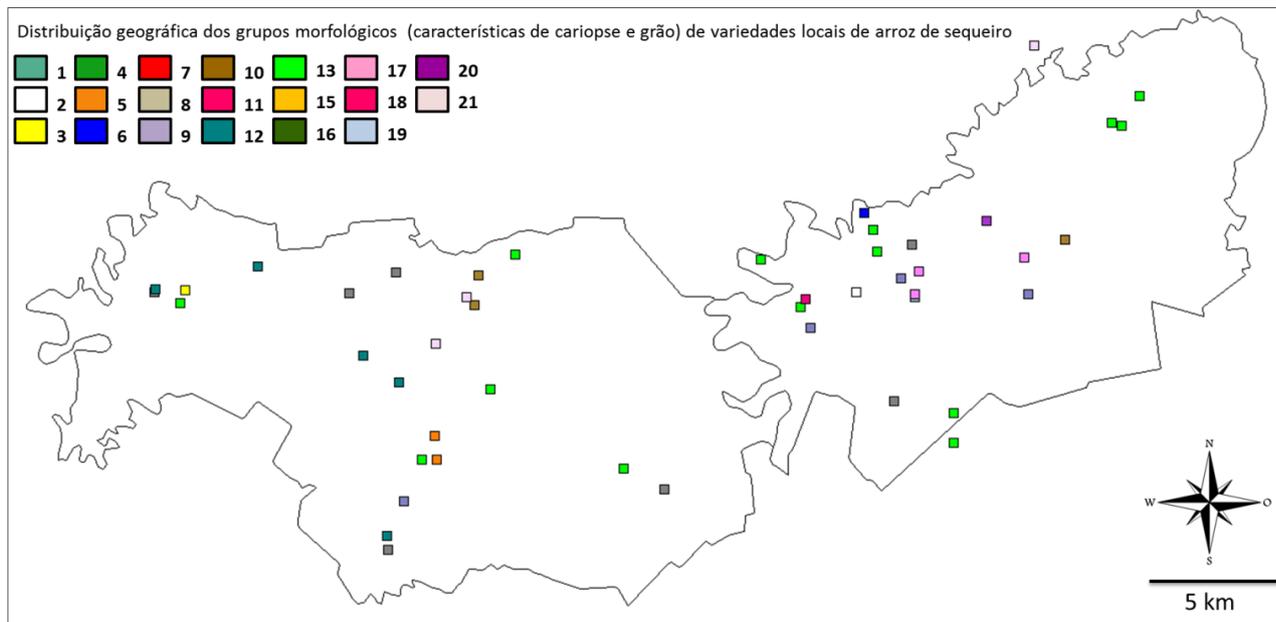
Continuação...

GM	CPL	PA	PG	FG	CGI	N	Variedades*
13	Palha	Não	Não	Alongado	Parda	16	396SN; 2184Adriano; 2108Amarelão; 2069SN; 2073Amarelão; 2504SN; 76Agulhinha; 2231Agulhinha; 2503Crioulo; 2705Branquinho; 2452SN; 324SN; 725Baixo; 648Amarelo2; 2231Agulhinha; BRS Monarca; BRS Sertaneja
14	Palha	Não	Não	Muito-longado	Parda	1	BRS Serra Dourada
15	Dourada	Sim	Não	Alongado	Parda	2	2329Amarelão; 2174Amarelão
16	Dourada	Não	Sim	Meio-longado	Parda	1	648Amarelo
17	Dourada	Não	Não	Alongado	Parda	3	2385Amarelinho; 2567Amarelo; 2544Amarelão
18	Palha e Dourada	Sim	Sim	Meio-longado	Parda	1	2109PalhaRoxa
19	Palha e Dourada	Não	Sim	Meio-longado	Parda	1	2527Agulhinha
20	Palha e Dourada	Não	Não	Meio-longado	Parda	1	2015SN
21	Marrom	Sim	Sim	Meio-longado	Vermelha	4	2329Preto; 2710Vermelho; 650Preto; 1105Preto

*O número que antecede o nome da variedade identifica o agricultor mantenedor.

GM grupo morfológico; **CPL** cor de pálea e lema; **PA** presença de aristas; **PG** pubescência das glumelas; **FG** formato de grão integral; **CGI** cor de grão integral; **N** número de variedades pertencentes ao grupo morfológico.

Figura 2. Distribuição geográfica dos grupos morfológicos identificados com base em descritores de cariopse e grão.



O grupo morfológico 14 (GM 14) compreende apenas a cultivar comercial BRS Serra Dourada e, portanto, não está representado no mapa.

Características de cariopse e grão também foram utilizadas para a classificação das variedades nos dois principais subgrupos da espécie *O. sativa*. A clássica descrição realizada por Chang e Bardenas (1965) propõe que genótipos de grãos curtos e redondos, com pelos densos e longos na pálea e lema, sem ou com arista longa, pertencem à subespécie *Japônica*, enquanto que os genótipos de grãos finos, com pelos curtos na pálea e lema e sem arista, na maioria das vezes, pertencem à subespécie *Índica*.

Com base na descrição de Chang e Bardenas (1965), foi possível inferir que os agricultores do EOSC conservam variedades pertencentes aos dois subgrupos da espécie (Tabela 5). Entre as variedades locais avaliadas, 24 apresentaram características do subgrupo *Índica*; quatro, características do subgrupo *Japônica* e em 35 variedades foi possível identificar características intermediárias entre os dois subgrupos.

Tabela 5. Classificação das variedades locais de arroz de sequeiro conservadas no EOSC, quanto aos subgrupos *Japônica* e *Índica* da espécie *Oryza sativa* L.

Subgrupo	N	Variedades representantes
Índica	24	215SN; 1084SN; 725Alto; 2316SN; 76Agulhinha; 396SN; 2503Crioulo; 324SN; 2073Amarelão; 2069SN; 2705Branquinho; 725Baixo; 2452SN; 2504SN; 648Amarelo; T1Monarca; T2Sertaneja; 2231Agulhinha; 2108Amarelão; 2184Adriano; 2385Amarelinho; 2567Amarelo; 2544Amarelão; T3Dourada.
Japônica	4	2329Preto; 2710Vermelho; 1105Preto; 650Preto.
Índica e Japônica	35	720SN; 2071SN; 2329Amarelão; 2174Amarelão; 242SN; 694MatoGrosso; 934Piriquito; 1158Piriquito; 1105BrancoDirceu; 2319Perin; 439Amarelinho; 636Preto; 650Branco; 965SN; 716Antigo; 71SN; 959Sauthier; 2474Agulhão; 100SN; 2534Branco; 2092Piriquitinho; 2433Ribas; 2433Fonsceca; 2433Agulhinha; 2590Amarelão; 71Branco; 650Marrom; 2529SN; 2319Crestani; 967Colonial; 648Amarelo2; 2109PalhaRoxa; 2527Agulhinha; 2015SN; 2109Agulhinha.

Em geral, as características de grão estão relacionadas à seleção para um tipo de grão preferencial no país. As preferências regionais impulsionam o mercado e são de grande importância econômica em qualquer estratégia de melhoramento de arroz (Calingacio *et al.* 2014).

O mercado consumidor brasileiro tem preferência por grãos de formato longo e fino, tipo *agulhinha*, que apresentam alto rendimento de panela e permanecem soltos e macios após o cozimento (Pereira & Rangel 2001). A avaliação das classes de grãos dos acessos da coleção nuclear de arroz mantida pela Embrapa Arroz e Feijão aponta a existência de grão longo fino em todos os estratos da coleção, seja no conjunto gênico de variedades tradicionais ou em linhagens e cultivares brasileiras ou introduzidas, bem como nos diferentes sistemas de cultivo (irrigado, sequeiro ou facultativo) (Brondani *et al.* 2006).

Mesmo sendo preferência nacional, os grãos longos e finos apresentam menores teores de proteínas (Araújo *et al.* 2003; Areias *et al.* 2006). Entretanto, a busca cada vez mais frequente por alimentos mais saudáveis e ricos em nutrientes pode servir como incentivo para programas de melhoramento genético selecionarem variedades de grãos menores e com melhores teores nutricionais. Orizicultores têm aumentado a procura por sementes de qualidade dos tipos especiais de arroz, tais como o arroz cateto (grãos arredondados) e o arroz vermelho, em função dos melhores preços oferecidos pelo mercado (Fonseca *et al.* 2007).

A variação do comprimento de grão das variedades do EOSC (5,30 a 7,65 mm) foi menor do que a encontrada em 192 acessos de arroz japonês, conservados no banco de germoplasma da ESALQ/USP (6,71 a 9,91 mm) (Bosetti 2012). Apesar de possuir menor variação de comprimento em relação ao germoplasma da ESALQ/USP, grande parte das variedades avaliadas no presente trabalho apresentou grãos meio-alongados, em virtude especialmente dos maiores valores de largura dos grãos, mantendo-se assim as relações comprimento/largura baixas.

Entre as variedades avaliadas, 15 apresentaram pericarpos avermelhados. A coloração avermelhada é dominante em relação à branca, sendo esse caracter controlado por genes presentes nos cromossomos um e sete (Sweeney *et al.* 2006; Sweeney *et al.* 2007). A protoantocianina, responsável pelos tons avermelhados, possui atividade antioxidante e ações repelentes contra patógenos e predadores da espécie (Sweeney *et al.* 2006; Sweeney *et al.* 2007; Sharma 2010). No Sul do Brasil, o arroz vermelho é considerado uma planta invasora dos arrozais irrigados e, por isso, sua presença deprecia os lotes, havendo rígido controle do seu surgimento (Menezes e Silva 1998; Agostinetto *et al.* 2001). Já no Nordeste brasileiro, os grãos vermelhos são consumidos tradicionalmente, fazendo parte da cultura de alguns estados como a

Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará, Pernambuco Bahia e Minas Gerais (Pereira e Morais 2014).

As variedades de arroz vermelho cultivadas no Brasil são derivadas daquelas introduzidas nos primeiros anos de colonização. Descendentes do *Arroz de Veneza*, primeira variedade plantada no país, as variedades *Arroz Vermelho*, *Vermelho Tradicional*, *Vermelho Verdadeiro*, *Arroz da Terra*, *Venez*, *Arroz Maranhão*, *Arroz de Piancó*, *Mineiro* e *PB01* são produzidas no Norte e Nordeste e possuem como características os grãos catetos, ciclo de 98 a 116 dias, porte alto, baixa resistência ao acamamento, folhas decumbentes, sementes dormentes e baixos potencial de produtividade e rendimento de engenho (Pereira e Morais 2014). Além destas, outras variedades conhecidas como *Cáqui Vermelho* diferenciam-se por apresentarem glumelas douradas. Ainda são descritas as variedades MNAPB 0405 – *Vermelho Muruim*; MNAPB 0728 – *Arroz Vermelho*; MNARN 0802 – *Arroz Vermelho*; MNARN 0803 – *Arroz Vermelho*, oriundas provavelmente do cruzamento natural entre o arroz vermelho e as variedades de arroz branco BR IRGA 409 ou IR 8 (Pereira e Morais 2014).

Comparações de atributos agronômicos e bioquímicos entre variedades vermelhas e brancas têm mostrado diferentes resultados de acordo com a região de avaliação. No Piauí, variedades de arroz branco foram mais produtivas, apresentaram maiores teores de amilose e necessitaram de menos tempo e água para o cozimento. Já as variedades vermelhas apresentaram grãos polidos e semi-polidos e com maiores teores de ferro e zinco (Pereira *et al.* 2009). No Rio de Janeiro, genótipos vermelhos tiveram maior produtividade de panículas viáveis e não diferiram das cultivares de arroz branco, em porcentagem de espiguetas férteis por panícula e produtividade de grão, revelando o potencial agronômico desses genótipos para o cultivo em condições de sequeiro (Menezes *et al.* 2011).

No Sul do Brasil, em resposta ao crescente mercado que busca alimentos mais nutritivos e funcionais, a EPAGRI lançou a cultivar SCS 119 Rubi de grãos vermelhos, selecionada a partir de populações invasoras de grãos vermelhos, coletadas em diferentes lavouras irrigadas do arroz branco. As seleções posteriores tiveram como base o formato longo dos grãos, a produtividade e as resistências quanto à quebra de grãos após o descasque, às doenças e à toxicidade do ferro (Wickert *et al.* 2014).

Em virtude da crescente preocupação do mercado consumidor em busca de alimentos mais saudáveis e nutritivos, observa-se um direcionamento da pesquisa científica e dos programas de melhoramento

genético do arroz para o encontro de variedades com melhores teores nutricionais. Algumas das variedades locais do EOSC, que apresentam pericarpos avermelhados, podem ser utilizadas como populações iniciais em programas de melhoramento genético participativo com esta finalidade. As 15 variedades do EOSC com grãos vermelhos (967Colonial; 2092Piriquitinho; 2329Preto; 71Branco; 2710Vermelho; 2319Perin; 650Preto; 650Marrom; 2529SN; 1105Preto; 2433Ribas; 2433Fonseca; 2433Aguhinha; 2590Amarelão; 720SN) possuem em média 104,18 cm de altura (amplitude de 81,31 a 131,20 cm), acamamento médio de 45% (de 6% a 100%), degrane de intermediário a difícil, número médio de perfilhos de 6,82 (de 2,95 a 14,90) e de panículas de 4,72 (de 3,05 a 9,50). Pela variação exibida pelas plantas, percebe-se a existência de diversidade passível de seleção. Não obstante, seriam necessárias também pesquisas com intuito de se aumentar a eficiência dos métodos de cultivo, priorizando o manejo orgânico das variedades.

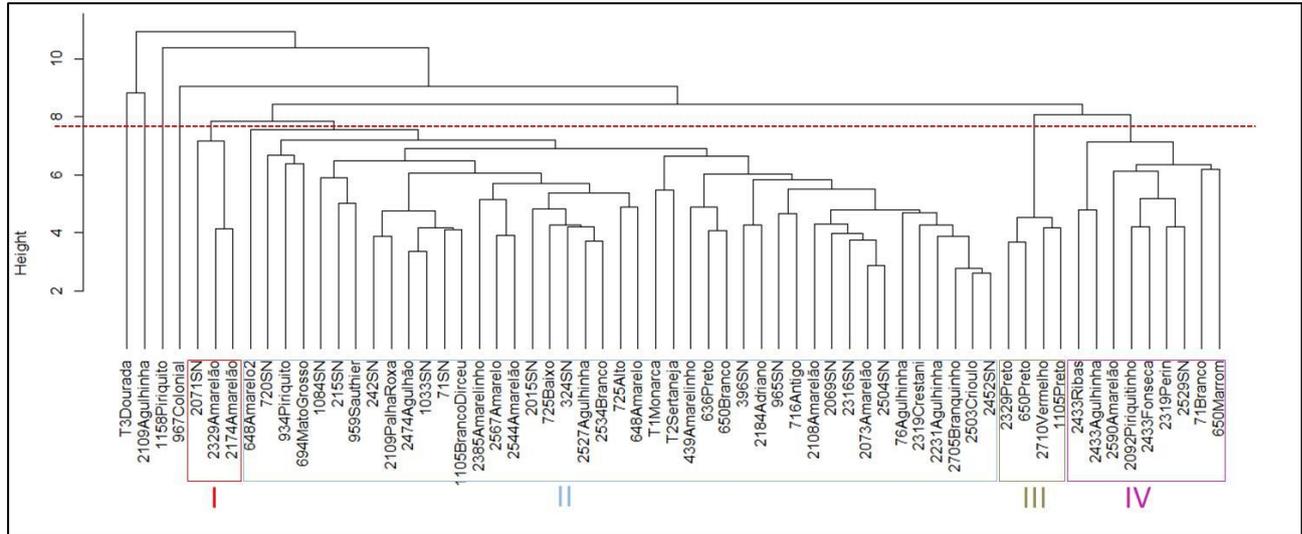
3.2 Estrutura da diversidade

Entre os 35 descritores avaliados, quatro não apresentaram polimorfismo (cor da aurícula; cor da lígula; cor das glumelas estéreis e formato do apículo) e foram excluídos da análise.

A análise de agrupamento baseada na distância euclidiana (Figura 3), cujo coeficiente de correlação cofenética foi de 0,82, aponta o isolamento de quatro populações avaliadas e a formação de quatro grupos.

A maioria dos descritores analisados apresentou uma grande variação de estados entre as plantas de um mesmo acesso. Tal variação refletiu na pequena dissociação dos grupos gerados na análise de agrupamento (Figura 3). A presença de plantas com características divergentes em uma mesma população dificultou a separação de um número maior de grupos. Além disso, tal fato demonstra que mesmo tratando-se de uma planta autógama, as populações apresentam uma variabilidade passível de seleção.

Figura 3. Agrupamento das 60 variedades locais de arroz de sequeiro conservadas no EOSC e três cultivares comerciais da EMBRAPA gerado a partir da distância euclidiana e método de agrupamento UPGMA, calculados com base em 31 variáveis morfológicas, fenológicas e agrônômicas. Correlação Cofenética = 0,82.



Além da cultivar *BRS Serra Dourada (T3Dourada)*, utilizada como testemunha, três acessos foram isolados pela análise de agrupamento, são eles as variedades *2109Agulhinha*, *1158Piriquito* e *967Colonial*. A cultivar *BRS Serra Dourada* e o acesso *2109Agulhinha* foram as populações que apresentaram plantas com as menores alturas (74,90 e 50,60 cm, respectivamente) e os únicos que possuem grãos classificados como muito-alongado. O acesso *1158Piriquito* foi isolado por apresentar o menor comprimento de panícula (18,95 cm) e maior comprimento de aristas (5,23 mm), enquanto o acesso *967Colonial* foi isolado por apresentar o maior número de perfilhos, (14,9 perfilhos/planta), em comparação aos outros acessos avaliados.

O grupo I agrupou três acessos (*2071SN*, *2329Amarelão* e *2174Amarelão*), devido às semelhanças nas características de grão, como cor, formato, comprimento, espessura e peso. Tais variedades são produzidas no mesmo município (Anchieta). O agricultor mantenedor da variedade *2329Amarelão* mencionou que sua variedade foi selecionada de uma população pertencente a seus pais. Além disso, tal agricultor mencionou ser corriqueiro o fato de doar suas sementes para outros agricultores e em feiras de sementes. A partir do exposto, os outros agricultores mantenedores das variedades *2071SN* e *2174Amarelão*, que mencionaram ter obtido suas sementes por doação do sindicato e de familiares, respectivamente, podem ter sementes oriundas da variedade *2329Amarelão*.

O grupo II agrupou 41 variedades locais (*648Amarelo2*, *720SN*, *934Piriquito*, *694MatoGrosso*, *1084SN*, *215SN*, *959Sauthier*, *242SN*, *2109PalhaRoxa*, *2174Agulhão*, *1033SN*, *71SN*, *105BrancoDirceu*, *2385Amarelinho*, *2567Amarelo*, *2544Amarelão*, *2015SN*, *725Baixo*, *324SN*, *2527Agulhinha*, *2534Branco*, *725Alto*, *648Amarelo*, *439Amarelinho*, *636Preto*, *650Branco*, *396SN*, *2184Adriano*, *965sn*, *716Antigo*, *2108Amarelão*, *2069SN*, *2316SN*, *2073Amarelão*, *2504SN*, *76Agulhinha*, *2319Crestani*, *2231Agulhinha*, *2705Branquinho*, *2503Crioulo* e *2452SN*) e as outras duas cultivares testemunhas, *BRS Monarca* e *BRS Sertaneja*. Esse grupo foi o mais diverso, com características intermediárias entre os demais. Seus grãos apresentaram formato meio-alongado ou alongado, coloração de pericarpo parda ou vermelha e de forma generalizada, apresentaram características do subgrupo *Índica*.

O grupo III agrupou quatro acessos *2329Preto*, *650Preto*, *2710Vermelho* e *1105Preto*, que apresentaram grãos mais rústicos, com cariopses com pálea e lema pubescentes, grãos integrais de coloração

vermelha e formato meio-alongado, com os menores comprimentos ($\mu = 6,37$ mm) e maiores espessuras ($\mu = 2,75$ mm). Todos os acessos pertencentes ao grupo III foram pertencem ao GM 21.

Finalmente, o grupo IV agrupou nove acessos, 2433Ribas, 2433Aguilhina, 2590Amarelão, 2092Piriquitinho, 2433Fonseca, 2319Perin, 2529SN, 71Branco e 650Marrom. Os acessos desse grupo também apresentaram grãos integrais escuros e com menores tamanhos. Entretanto, essas variedades foram classificadas como pertencentes ao GM 9, exceto o acesso 2319Perin pertencente ao GM 2. Esses acessos também apresentaram as maiores porcentagem de acamamento, possivelmente, sendo este o fator que os diferenciou dos acessos do grupo III.

Variedades de arroz podem ser classificadas, de acordo com o tipo de planta, em tradicional, moderna e intermediária (Alvarez *et al.* 2012). Segundo Alvarez *et al.* (2012), o tipo tradicional apresenta porte alto, com folhas longas e decumbentes, grãos longos e vítreos, baixa capacidade de perfilhamento, boa resistência a doenças de importância secundária, maior estabilidade produtiva e acamamento em solos férteis. Tais características podem ser encontradas nas variedades do grupo III, avaliadas pelo presente estudo. Já as variedades modernas possuem porte baixo, grãos longos e finos, folhas curtas e eretas, colmos fortes, elevado perfilhamento e elevada produtividade de grãos e baixo acamamento. As variedades intermediárias, resultam do cruzamento entre cultivares tradicionais e modernas, com objetivo de redução de altura e melhoria da qualidade de grão (Alvarez *et al.* 2012). As variedades dos grupos I, II e IV, avaliadas no presente estudo, apresentaram características variantes entre os tipos moderno e intermediário.

A representação dos dois primeiros componentes principais (Figura 3), extraídos da análise de 12 variáveis quantitativas, demonstra uma estrutura de agrupamento semelhante à apontada no cluster. Os componentes principais (PC) 1, 2 e 3 explicam 58,86% da variação fenotípica encontrada (Tabela 8). O primeiro PC explica 24,218% da variação total. Neste eixo, as variáveis mais explicativas são a espessura de colmo, o comprimento de panícula, o peso de 1000 grãos e a espessura de grãos. O segundo PC explica 20,964% da variação total e as variáveis mais explicativas deste eixo são o acamamento, o comprimento e a largura de grãos. O terceiro PC responde por 13,68% da variação, sendo as variáveis mais explicativas o tamanho do ciclo cultural, o degrane e o comprimento de colmo.

Tabela 6. Correlação entre as variáveis e os eixos do PCA e os percentuais de explicação da variação total.

	Axis 1	Axis 2	Axis 3	Axis 4	Axis 5	Axis 6	Axis 7	Axis 8	Axis 9	Axis 10	Axis 11	Axis 12
NPA	0,2215	0,2462	0,3636	-0,62	0,1047	0,5385	0,2371	0,08685	-0,02126	-0,0309	-0,02466	0,08383
EC	<u>0,7494</u>	0,2648	0,01832	-0,1956	0,1336	-0,1421	-0,00666	-0,5036	0,09754	-0,00352	0,1667	0,02506
CC	0,5586	0,3801	<u>0,5415</u>	0,3127	-0,07556	-0,1357	0,006316	-0,1031	-0,1303	0,07251	-0,3052	0,04862
CP	<u>0,699</u>	0,2031	0,3726	0,005041	-0,4384	-0,0369	-0,03738	0,2082	0,1255	-0,2327	0,09163	-0,1215
ACA	0,09206	<u>0,7298</u>	-0,262	-0,1951	-0,04637	-0,2869	0,3708	0,182	0,09099	0,2938	0,01546	-0,04789
DE	0,2659	0,1536	<u>-0,4771</u>	0,4798	-0,4125	0,49	0,02986	-0,09841	0,07105	0,139	0,0241	0,04692
CAR	-0,4335	-0,00611	0,4398	0,5452	0,0934	-0,01677	0,5257	-0,05728	0,01157	-0,1152	0,1351	0,03321
PES	<u>0,6319</u>	-0,2176	-0,2874	0,2594	0,508	0,08315	0,07835	0,1382	0,2985	-0,08866	-0,1255	-0,02184
CGR	<u>0,5497</u>	<u>-0,6496</u>	-0,2121	-0,09664	-0,2077	-0,2896	0,1368	0,1651	-0,04434	-0,03632	0,04072	0,2085
LG	0,1983	<u>0,7452</u>	0,0751	0,3012	0,2932	0,01693	-0,3208	0,2465	-0,1252	0,01513	0,1835	0,09796
EG	<u>0,6978</u>	-0,5226	-0,05658	0,08804	0,1644	0,1154	0,1455	0,03893	-0,3545	0,1247	0,08209	-0,1341
CIC	0,0108	-0,5875	<u>0,6716</u>	0,04791	0,004297	0,04128	-0,1661	0,05992	0,2206	0,3356	0,08429	0,009325
% variância	24,218	20,964	13,68	10,527	6,8502	6,3227	5,4081	3,9456	2,8104	2,6404	1,7826	0,85018
% acumulada	24,22	45,18	58,86	69,39	76,24	82,56	87,97	91,92	94,73	97,37	99,15	100,00

NPA número de panículas; **EC** espessura colmo; **CC** comprimento colmo; **CP** comprimento panícula; **ACA** acamamento; **DE** degrane; **CAR** comprimento de aristas; **PES** peso de 1000 grãos; **CGR** comprimento de grão; **LG** largura de grão; **EG** espessura de grão; **CIC** tamanho do ciclo cultural.

Em função da estreita base genética das cultivares de arroz comercializadas e produzidas no Brasil (Rangel *et al.* 1996; Montalban *et al.* 1998; Breseghello *et al.* 1999; Da Silva *et al.* 1999; Rangel *et al.* 2000; Rabelo *et al.* 2015), novos trabalhos de caracterização fenotípica e molecular da diversidade de arroz de sequeiro conservada em bancos de germoplasma de instituições estaduais e federais têm sido publicados anualmente.

A análise de 33 variedades locais de arroz de sequeiro coletados na região da Baixada Maranhense permitiu a identificação de cinco grupos a um nível de 37% de similaridade (Araújo *et al.* 2003). Um estudo posterior realizado com 20 destes acessos maranhenses uniu variedades de nomes similares, tanto no cluster formado a partir caracteres morfológicos, como no cluster baseado em resultados de RAPD (Areias *et al.* 2005).

A análise de microssatélites de 417 variedades crioulas de arroz de sequeiro procedentes de 64 cidades do estado de Goiás, coletadas ao longo de 17 anos, apontou um aumento na variabilidade genética desse recurso no estado goiano (Borba *et al.* 2009). A introdução de cultivares modernas nas áreas de cultivo, as trocas de sementes entre agricultores, as práticas de seleção e os processos de adaptação local podem ter contribuído para a geração de novas combinações alélicas e incrementos na diversidade local (Borba *et al.* 2009). A diversidade fenotípica de 95 acessos de arroz de terras altas da coleção nuclear mantida pela Embrapa Arroz e Feijão identificou 11 grupos, com grande variabilidade interna. Nesse trabalho, apenas 39 variedades apresentaram similaridade inferior a 50% (Adorian 2010).

A avaliação da diversidade genética de 475 variedades tradicionais de arroz de sequeiro coletadas em diferentes regiões do Brasil, por meio de painéis multiplex de microssatélites, indicou a formação de três grupos consistentes. O primeiro deles uniu principalmente acessos coletados na região Centro-Oeste do país. O segundo uniu variedades com os nomes mais tradicionais e antigos e, neste caso, a maioria das variedades tinha origem do Maranhão e Piauí, onde o cultivo de arroz no Brasil teve início. Já o terceiro grupo incluiu as cultivares utilizadas como controle (IRGA 417 e IRGA 422 CL) e outros acessos internacionais (Pessoa-Filho *et al.* 2007). Este mesmo trabalho identificou 63 variedades, inicialmente, consideradas japônicas, com *background* genético pertencente à subespécie índica. A presença de cultivares índicas entre variedades consideradas japônicas é bastante intrigante e outros estudos devem ser realizados a fim de compreender essas relações (Pessoa-Filho *et al.* 2007).

No que tange às variedades do EOSC, a presença de variedades com características japônicas, índicas e intermediárias entre os dois subgrupos é mais um indício da alta diversidade conservada na região. Além de o manejo ser realizado, na maioria das vezes, sem isolamento espacial (Capítulo 2), a ausência da limpeza completa dos equipamentos utilizados para a debulha e os processos culturais de doação e trocas de sementes podem favorecer a mistura de sementes de distintas variedades, que caso cultivadas em proximidade podem trocar alelos e formar novas combinações gênicas.

O conhecimento da variabilidade existente em uma região é de grande importância para facilitar e aumentar os processos de conservação da diversidade genética e dos costumes e tradições locais, além de permitir a identificação de acessos mais adaptados, proporcionando recursos teóricos para início e desenvolvimento de programas de melhoramento genético. O esforço colaborativo entre agricultores e melhoristas pode gerar variedades com maior adaptação ao ambiente de cultivo.

As variedades locais do EOSC apresentaram inúmeras características semelhantes às das cultivares comerciais utilizadas como testemunhas. Na análise de cluster, as testemunhas *BRS Monarca* e *BRS Sertaneja* permaneceram unidas em um ramo dentro do grupo IV, estreitamente relacionado a um subgrupo composto por 18 variedades locais de nomes bastante variados (*439Amarelinho*, *636Preto*, *650Branco*, *396SN*, *2184Adriano*, *965SN*, *716Antigo*, *2108Amarelão*, *2069SN*, *2316SN*, *2073Amarelão*, *2504SN*, *76Agulhinha*, *2319Crestani*, *2231Agulhinha*, *2705Branquinho*, *2503Crioulo*, *2452SN*).

Devido ao sistema reprodutivo autogâmico, as cultivares de arroz possuem o histórico de seus parentais bem detalhados. A descrição das características das cultivares confirma o encontrado nas avaliações do presente estudo. A cultivar *BRS Sertaneja* possui ciclo precoce, plantas vigorosas, moderadamente perfilhadoras, porte médio, folhas largas e mediana resistência ao acamamento, suas panículas são longas e com elevado número de espiguetas, com grãos longo-finos. Foi originada de um cruzamento múltiplo envolvendo genitores *Carajás // IAC 165²/ Labelle /// Três Marias / IAC 25³ /// A8-204-1 / Guarani // IRAT 216* (Bresegello *et al.* 2006).

A *BRS Monarca* também apresenta plantas vigorosas, porte médio e uma boa resistência ao acamamento, seus grãos longo-finos são considerados de excelente qualidade. Foi originada de um cruzamento múltiplo envolvendo os genitores *CNA7914/CNAx3031-13-B-1-1// CNA7455/Colombia 1* (Castro *et al.* 2007; Cordeiro *et al.* 2011).

A *BRS GO Serra Dourada* é uma cultivar de arroz de terras altas desenvolvida para a agricultura familiar, com bom potencial produtivo, medianamente resistente à brusone e com boa qualidade de grão. Originada do cruzamento simples entre a linhagem americana de arroz irrigado *Katy* e a cultivar brasileira de arroz de terras altas *Confiança*, descendente do cruzamento das cultivares IAC 164 e Rio Verde, ambas reconhecidas como de elevado nível de resistência à seca (Melo *et al.* 2009).

Considerando o perfil das variedades locais analisadas, projetos de melhoramento genético do arroz de sequeiro para familiares agricultoras do EOSC devem considerar pontos como a redução da altura de plantas, do acamamento, da pubescência das glumelas e folhas, bem como o aumento da produtividade de grãos e do percentual de grãos inteiros, após o beneficiamento. No Cerrado brasileiro, o melhoramento genético para o tipo de planta resultou em variedades de arroz de sequeiro responsivas aos baixos níveis de insumos utilizados e ao regime hídrico deste bioma, tornando a cultura mais rentável e competitiva (Pinheiro *et al.* 2009).

O presente trabalho não avaliou componentes de produtividade e rendimento das variedades do EOSC. Todavia, Bortoli (2015) avaliou o desempenho agrônomo de 11 variedades locais de arroz de sequeiro conservadas em Anchieta e Guaraciaba, em sistema de produção orgânico e convencional. Seus dados apontam a existência de diversidade em todos os caracteres avaliados e como componente de rendimento que mais contribuiu para a produtividade no sistema orgânico está o número de panículas/m². Segundo a autora, as variedades *Piriquito*, *Argentino*, *Gomes*, *Kinsel* apresentaram produtividade superior a 2 t/ha, em todas as safras avaliadas, sendo consideradas as mais adaptadas à região e indicadas como promissoras para o cultivo local sob condições de cultivo orgânico. Gonçalves *et al.* (2013) também avaliaram 15 variedades locais do EOSC e dentre as mais produtivas, com rendimentos variáveis de 1,98 a 3,05 t/ha, foram citadas as variedades Mato Grosso, Rosa 15, Rei, Canísio CH, Kinsel e Sauthier.

Cargnin *et al.* (2010) apontam as características de grãos por panícula, porcentagem de grãos estéreis e peso do grão como os mais influentes na baixa produtividade das cultivares de arroz de sequeiro produzidas no Brasil entre os anos de 1950 e 2001. Em comparação, a produtividade do arroz irrigado nos estados sulinos está acima de 7 t/ha, em áreas de cultivo estabilizadas há mais de 10 anos (Sosbai 2016).

3.3 Indicações para o melhoramento genético participativo

Considerando as características apresentadas pelas variedades avaliadas, os métodos de cultivo utilizados e a finalidade do plantio, dois planos de melhoramento genético podem ser idealizados, um para formulação de uma população com grãos catetos de pericarpo vermelho e outro para o desenvolvimento de uma população de grãos longos-finos de pericarpo branco.

A primeira proposta poderá ter como base as variedades *2329Preto*, *2710Vermelho*, *1105Preto*, *650Preto* que apresentam variabilidade interna passível de seleção para os objetivos de 1) redução do comprimento de grão, para o encontro de grãos catetos; 2) redução e/ou eliminação das aristas, para facilitar processos de colheita e beneficiamento; 3) redução da altura do colmo, para eliminar eventuais danos com acamamento. Entre as variedades com grãos escuros, essas foram as que apresentaram as menores porcentagens de acamamento.

Para a segunda proposta, foram elencadas as variedades que eram conservadas há no mínimo 10 anos pela família rural da região do EOSC e que apresentaram as menores médias de acamamento, os menores comprimentos de colmo, o maior peso de 1000 grãos e os maiores comprimentos de grãos integrais. Apresentando esse conjunto de características estão as variedades *76Agulhinha*, *965SN*, *2503Crioulo*, *2069SN*, *2705Branquinho*, *636Preto*, *725Baixo*, *2316SN*, *2452SN*, *650Branco*, *648Amarelo* e *2534Branco*. Ainda, levando em consideração o número médio de panículas por planta, as variedades *396SN*, *2433Ribas*, *439Amarelinho*, *2073Amarelão*, *959Sauthier*, *650Marrom*, *2504SN*, *2231Agulhinha*, *2184Adriano* e *967Colonial* também poderiam ser inclusas nas primeiras etapas de avaliação de produtividade e rendimento afim de verificar seu comportamento e possíveis cruzamentos com outros genótipos.

4. Conclusões

As variedades locais de arroz de sequeiro do EOSC apresentam divergências quanto à maioria dos caracteres fenotípicos avaliados. É perceptível a variação entre as plantas de uma mesma população, tal diversidade pode ter como principal origem a mistura das sementes durante o manejo e beneficiamento. Ao contrário do esperado, a ampla maioria das variedades não apresenta características específicas do subgrupo japônica e possivelmente, diversas variedades cultivadas no EOSC provavelmente são oriundas de mistura de linhagens ou cultivares antigas desenvolvidas para o sistema irrigado de produção no estado de Santa Catarina.

Como propostas para o melhoramento genético, duas linhas podem ser seguidas, uma a fim de obter uma população melhorada com grãos catetos vermelhos e outra com base em variedades de grãos longos-finos brancos.

Considerando os resultados levantados pelo presente estudo e as perspectivas em relação à conservação e à produção do arroz de sequeiro no EOSC, novos estudos devem complementar os resultados aqui apresentados tal como a análise da diversidade genética dentro das populações, a determinação dos parâmetros de qualidade e valor nutricional dos grãos bem como a avaliação dos componentes de produtividade e rendimento em diferentes locais e em diferentes conformações de cultivo.

5. Referências Bibliográficas

- Adorian G (2010) Caracterização da diversidade fenotípica existente em uma coleção nuclear de arroz de terras altas. Tese, Universidade Federal do Tocantins
- Agostinetto D, Fleck NG, Rizzardi MA, Merotto Jr A, Vidal RA (2001) Arroz vermelho: ecofisiologia e estratégias de controle. **Ciência Rural**, 31(2): 341-349. DOI: 10.1590/S0103-84782001000200026
- Alvarez F, De Cassia R, Crusciol C, Alexandre C, Stephan Nascente A (2012) Análise de crescimento e produtividade de cultivares de arroz de terras altas dos tipos tradicional, intermediário e moderno. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 397-406
- Araújo ES, Souza SR, Fernandes MS (2003) Características morfológicas e moleculares e acúmulo de proteína em grãos de variedades de arroz do Maranhão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 38(11):1281-1288. DOI: 10.1590/S0100-204X2003001100005
- Areias, RGBM, Paiva DM, Souza SR, Fernandes MS (2006) Similaridade genética de variedades crioulas de arroz, em função da morfologia, marcadores RAPD e acúmulo de proteína nos grãos. **Bragantia**, 65(1): 9-28. DOI: 10.1590/S0006-87052006000100004
- Bessho-Uehara K *et al.* (2016) Loss of function at RAE2, a previously unidentified EPFL, is required for awnlessness in cultivated Asian rice. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 113(32), 8969-8974. DOI: 10.1073/pnas.1604849113
- Bioversity International, IRRRI e AfricaRice (2011) Descritores para arroz silvestre e cultivado (*Oryza* spp.). Bioversity International, Roma, Itália; International Rice Research Institute, Los Baños, Filipinas; AfricaRice, Centro de Arroz da Africa, Cotonou, Benin
- Borges V, Soares AA, Resende MDV, Reis MS, Cornélio VMO, Soares PC (2009) Progresso genético do programa de melhoramento de arroz de terras altas de minas gerais utilizando modelos mistos. **Revista Brasileira de Biometria**, 27(3): 478-490
- Bortoli JRG (2015) Caracterização agronômica de variedades locais de arroz sequeiro para produção de sementes no sistema orgânico. Tese, Universidade do estado de Santa Catarina
- Brasil (1997) Descritores Mínimos de Arroz (*Oryza sativa* L.). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

- Brasil (2017) Descrição Física e Ambiental da Fazenda Experimental da Ressacada/UFSC. <http://fazenda.ufsc.br/descricao-fisica/> Acessado em 23 Abr 2017
- Brondani C *et al.* (2006) Coleção nuclear de arroz da Embrapa: caracterização agrônômica. Embrapa Arroz e Feijão, Documentos, 189
- Brondani C, Borba TCO, Rangel PHN, Brondani RPV (2006) Determination of genetic variability of traditional varieties of Brazilian rice using microsatellite markers. **Genetics and Molecular Biology**, 29(4): 676-684. DOI: 10.1590/S1415-47572006000400017
- Bueno LG *et al.* (2012) Adaptabilidade e estabilidade de acessos de uma coleção nuclear de arroz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 47(2), 216-226
- Cargnin A, De Souza MA, Pimentel AJB, Fogaça CM (2008) Interação genótipos e ambientes e implicações na adaptabilidade e estabilidade de arroz sequeiro. **Current Agricultural Science and Technology** 14(3). DOI: 10.18539/CAST.V14I3.1933
- Colombari Filho JM *et al.* (2013) Upland rice breeding in Brazil: a simultaneous genotypic evaluation of stability, adaptability and grain yield. **Euphytica**, 192(1):117-129. DOI: 10.1007/s10681-013-0922-2
- Gonçalves GMB, Souza R, Cardozo AM, Lohn AF, Canci A, Guadagnin C, Ogliari JB (2013) Caracterização e avaliação de variedades de arroz de sequeiro conservadas por agricultores do Oeste de Santa Catarina. **Revista Agropecuária Catarinense**, 26: 63-69
- Heinemann AB (2010) Caracterização dos padrões de estresse hídrico para a cultura do arroz (ciclo curto e médio) no estado de Goiás e suas consequências para o melhoramento genético. **Ciência Agrotecnológica**, 34(1): 29-36. DOI: 10.1590/S1413-70542010000100003
- Ikemoto M, Otsuka M, Thanh PT, Phan PDT, Ishikawa R, Ishii T (2016) Gene interaction at seed-awning loci in the genetic background of wild rice. **Genes & Genetic Systems**, 16-00058. DOI: 10.1266/ggs.16-00058
- Jennings PR, Coffman WR, Kauffman HE (1982) Mejoramiento de arroz. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical
- Jin J *et al.* (2016) GAD1 encodes a secreted peptide that regulates grain number, grain length and awn development in rice

- domestication. **The Plant Cell**, tpc-00379. DOI: 10.1105/tpc.16.00379
- Kato Y, Okami M, Katsura K (2009) Yield potential and water use efficiency of aerobic rice (*Oryza sativa* L.) in Japan. **Field Crops Research**, 113(3): 328-334. DOI: 10.1016/j.fcr.2009.06.010
- Li B (2016) Fine Mapping of Two Additive Effect Genes for Awn Development in Rice (*Oryza sativa* L.). **PLoS one**, 11(8): e0160792. DOI: 10.1371/journal.pone.0160792
- Marchezan E, Martin TN, Santos FM, Camargo ER (2005) Análise de coeficiente de trilha para os Componentes de produção em arroz. **Ciência Rural**, 35(5). DOI: 10.1590/S0103-84782005000500007
- Marschalek R *et al.* (2017). Image-Rice Grain Scanner: a three-dimensional fully automated assessment of grain size and quality traits. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, 17(1): 89-97. DOI: 10.1590/1984-70332017v17n1s15
- Mccouch SR (2004) Diversifying selection in plant breeding. **Plos Biology**, 2: 1507-1512
- Menezes BRS, Moreira LB, Lopes HM, Pereira MB (2011) Caracterização morfoagronômica em arroz vermelho e arroz de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 41(4). DOI: 10.5216/pat.v41i4.11876
- Menezes VG, Silva PD (1998) Manejo de arroz vermelho através do tipo e arranjo de plantas em arroz irrigado. **Planta Daninha**, 16(1): 45-57
- Pagnan MF, Bassinello PZ, Prudencio SH (2015) Características sensoriais, físicas e químicas e aceitação de arroz irrigado ou de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 50(10): 979-988. DOI: 10.1590/S0100-204X2015001000014
- Pereira JA, Bassinello PZ, Cutrim VDA, Ribeiro, VQ (2009) Comparison among agronomic, cooking and nutritional characteristics in white and red rice varieties. **Caatinga**, 22(1): 243-248
- Pereira JA, Rangel PHN (2001) Produtividade e qualidade de grãos de arroz irrigado no Piauí. **Ciência Agrotecnológica**, 25(3): 569-575
- Pinheiro BDS, De Castro EDM, Guimarães CM (2006) Sustainability and profitability of aerobic rice production in Brazil. **Field Crops Research**, 97(1): 34-42. DOI: 10.1016/j.fcr.2005.08.013
- Santos, HG *et al.* (2013) Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3 ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa

- Sharma SD (2010) Domestication and diaspora of rice. *In*: Sharma SD (ed) Rice: origin, antiquity and history. Boca Raton: CRC Press; New Hampshire: Science Publishers, cap. 1, p 1-24
- Soares AA, Reis MDS, Cornélio VMDO, Soares PC, Santos PG, De Sousa MA (2015) BRSMG Conai: Cultivar de arroz superprecoce para terras altas. **Ceres**, 52(303)
- SOSBAI (2016) Recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Sociedade Sul Brasileira de Arroz Irrigado, Bento Gonçalves, 200 p
- Sweeney MT, Thomson M, Cho YG, Park YJ, Williams SH, Bustamante CD, Mccouch SR (2007) Global dissemination of a single mutation conferring white pericarp in rice. **Plos Genetics**, 3: 1418-1424. DOI: 10.1371/journal.pgen.0030133
- Sweeney MT, Thomson MJ, Pfeil BE, Mccouch S (2006) Caught red-handed: Rc encodes a basic helix-loop-helix protein conditioning red pericarp in rice. **The Plant Cell**, 18: 283-294. DOI: 10.1105/tpc.105.038430
- Terra TGR, De Barros Leal TCA, Rangel PHN, De Oliveira AB (2015) Características de tolerância à seca em genótipos de uma coleção nuclear de arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 50(9):788-796. DOI: 10.1590/S0100-204X2015000900007
- Thome VMR, Zampieri SL, Braga HJ, Althoff DA, Pandolfo C, Miranda Jr GX (1997) Zoneamento agrícola para a cultura do arroz irrigado em Santa Catarina. EPAGRI.
- Tuhina-Khatun M, Hanafi MM, Rafii Yusop M, Wong MY, Salleh FM, Ferdous J (2015) Genetic variation, heritability, and diversity analysis of upland rice (*Oryza sativa* L.) Genotypes Based on Quantitative Traits. *BioMed research international*. DOI: 10.1155/2015/290861
- World Rice Production (2017) World Rice Production 2016/2017. <https://www.worldriceproduction.com/default.asp>. Accessed 02 Feb 2017

V. Plano integrado de conservação das variedades locais de arroz de sequeiro no EOSC

O presente trabalho permitiu identificar a riqueza e a diversidade de variedades locais de arroz de sequeiro conservadas pela agricultura familiar do Extremo Oeste de Santa Catarina, bem como pontuar a importância deste recurso para a segurança alimentar e cultural dessas famílias.

Estando primordialmente relacionadas à alimentação e à produção de pratos da culinária local, que necessariamente apresentam como característica a cremosidade dos grãos, as variedades de arroz de sequeiro produzidas no EOSC têm potencial para adquirirem status de produto com indicação geográfica na forma de indicação de procedência. Para isso, estudos complementares sobre características bioquímicas e culinárias de grãos deverão ser desenvolvidos relacionando-as aos métodos de cultivo, seleção e características ambientais da região.

O reconhecimento dos diferentes valores de usos associados às variedades demonstrou, além da importância para a segurança alimentar, o relevante valor econômico das variedades, que são produzidas no intuito de minimizar os gastos da família. Ainda, a partir dos valores de uso, é possível identificar características adaptativas e agrônomicas das variedades, tais como a precocidade, resistência à fatores bióticos e abióticos, baixo degrane natural, boa produtividade, bom rendimento e boa arquitetura de planta, bem como o valor sentimental às sementes e a tradição do cultivo deste recurso fitogenético na região.

Considerando a diversidade de grupos morfológicos encontrada, a presença de genótipos característicos dos principais subgrupos da espécie *O. sativa* L. e os processos de erosão genética e cultural atuantes na região, fica evidente a necessidade de estruturação de medidas para a conservação das variedades locais de arroz de sequeiro no EOSC.

Para a estruturação de um plano integrado de conservação das variedades diferentes esferas sociais, tais como agricultores nodais, organizações e sindicatos locais, prefeituras e respectivas secretarias e instituições de pesquisa devem estar envolvidas em ações conjuntas.

Dentre o leque de medidas que podem ser trabalhadas a fim de evitar a erosão genética e cultural deste recurso fitogenético podem ser realçadas as seguintes:

- Apresentação e discussão dos resultados da presente pesquisa com os agricultores(as) entrevistados(as), organizações e sindicatos;

- Desenvolvimento de guias/cartilhas com orientações básicas para o aperfeiçoamento das técnicas de cultivo, manutenção da sanidade e qualidade das sementes e grãos.

- Incentivo à irrigação em momentos críticos do desenvolvimento das plantas;

- Elaboração de livro/cartilha de receitas com base nos conhecimentos e tradições culinárias das famílias agricultores, considerando a utilização de outros recursos genéticos produzidos nas propriedades rurais, vinculados essencialmente à alimentação da família. Ainda, incentivar o consumo dos grãos em sua forma integral, a fim de proporcionar benefícios à saúde dos consumidores.

- Organização e manutenção de um banco comunitário de sementes, pautando a distribuição de sementes de qualidade, multiplicadas anualmente e com boa sanidade;

- Estruturação de um programa de melhoramento genético participativo, pautando a participação de homens e mulheres em momentos de construção dos objetivos e seleção de plantas.

- Em parceria com organizações e sindicatos elaborar campos de exposição das variedades mais contrastantes para visitação de técnicos e agricultores interessados no cultivo do arroz.

- Pontuar a possibilidade de migra o das formas de cultivo convencional para o cultivo orgânico, como forma de garantir alimentos isentos de produtos químicos   família produtora, bem como possibilitar um maior retorno financeiro àquelas famílias que optarem por fazer do arroz uma cultura comercial.

A produ o e a conserva o das variedades locais de arroz de sequeiro pelas famílias rurais de Anchieta e Guaraciaba são um incentivo a mais para a consagra o da região EOSC como uma possível Reserva de Agrobiodiversidade. A regulamentac o deste tipo de unidade de conserva o beneficiar  a biodiversidade, os agricultores e os sistemas agrícolas locais, promovendo a conserva o da cultura, dos espaços naturais e das atividades sustentáveis para as futuras gera es.

VI. ANEXOS

ANEXO A – QUESTIONÁRIO ARROZ DE SEQUEIRO

Questionário elaborado pela autora para as entrevistas com os agricultores mantenedores de arroz de sequeiro.

Pesquisador: _____ Nº Entrevista: _____

Data: ____/____/____

CARACTERIZAÇÃO DO AGRICULTOR

1. Composição da família:
 Pai: _____ Mãe: _____
 Filhos: _____
 Avô: _____ Avó: _____
 Agricultor(a) Mantenedor(a) (quem conserva/cuida da variedade):

2. Município: _____ Linha: _____ Telefone:

3. Coordenadas _____ Altitude: _____
4. Idade: _____ Sexo: F; M; Grupo étnico: Alemão; Italiano; Outro: _____
5. Nível de Escolaridade: _____ Tempo que vive na região:

6. Fontes de renda: Agricultura; Pecuária; Aposentadoria;
 Emprego formal Emprego informal
7. Qual são os produtos? Grãos: _____ Leite;
 Bovinocultura;
 Suínocultura; Avicultura; Outros: _____;
8. Membro de alguma organização social?
 Associação: _____ Grupo Religioso: _____
 Sindicato: _____ Movimento Social: _____

CARACTERIZAÇÃO DA PROPRIEDADE

9. Área da Propriedade (ha): _____ Proprietário;
 Arrendada; Meeira; Posseiro; Agregado; Caseiro. Se for
 proprietário, há quanto tempo tem a propriedade? _____
10. Tipo de solo: Argiloso; Textura média; Arenoso; Pedregoso.
11. Relevo das lavouras: Plano; Levemente acidentado;
 Acidentado.
12. Percentual de área agricultável _____

13. Drenagem do solo: Pobre; Moderada; Boa; Excessiva.

CARACTERIZAÇÃO DA VARIEDADE CRIOULA

14. Quantas Var. Crioulas de arroz de sequeiro diferentes cultiva: ____

15. Nome da variedade (____): _____

16. Compra semente de Var. crioulas de arroz de sequeiro todo ano? Não; Sim. Se sim, em que local? Agropecuária; Sindicato; Associação; Feira. Outros: _____

17. Se produzires sua própria semente para plantio, qual a origem da variedade:

Ganhada

Herança:

Vizinhos. Nome/Linha:

Parentes. Nome/Linha:

Feira de sementes

Comprada

Agropecuária:

Sindicato

Associação:

Outros:

18. Há quantos anos mantém essa Var. Crioula:

19. Porque mantém/cultiva essa Var. Crioula:

20. Finalidade da produção:

Venda de grãos com casca (integral);

Venda de grãos descascados (polido);

Venda de sementes;

Autoconsumo;

Alimentação animal;

Doação de sementes;

Forragem de solo;

Outros: _____

21. Já doou semente desta variedade para alguém?
Nome/Linha/Município:

22. Conhece mais alguém que planta essa variedade? Não ; Sim ;
Nome/Linha/Município:

23. Mês de plantio _____ Mês colheita _____

24. Início da floração (mês/dias da semente até floração): _____

25. Altura das plantas: _____ metros. Baixa; Média; Alta.

26. Coloração das folhas:

27. Coloração das flores: _____

28. Formato de grão: Longo fino ; Longo ; Curto arredondado ;

29. Cor do grão com casca - integral: _____

30. Cor do grão sem casca - polido: _____

31. Degrane: Baixa ; Moderada ; Alta .

32. Resistência ao acamamento: Fraca (); Intermediária (); Forte ().
33. Resistente à () Seca; () Frio; () Calor; () Inundação; () Solos contaminados; () Doenças; () Pragas.
34. Outros Problemas do cultivo:

CARACTERIZAÇÃO DO MANEJO

35. Local reservado para cultivo: () Roça/Lavoura; () Horta; () Outro:
36. Tamanho da lavoura (ha): _____
37. Tipo de cultivo:
- a) () Solteiro; () Consorciado. Se consorciado, com quais spp?
- b) Faz Rotação? () Sim; () Não. Se sim, com quais spp e qual a ordem de rotação?
- c) Usa plantas de cobertura antes do arroz? Quais? Como faz o preparo do solo?
38. Faz algum tipo de adubação? () Sim; () Não;
- a) () Química. Qual/Quantidade:
- b) () Orgânico. Qual/Quantidade
39. Planta a () lanço ou () linha. Distância entre plantas na linha: _____
Distância entre linhas: _____
40. Usa Irrigação? Sim (); Não () Qual tipo:
41. Controle de inços? () Sim; () Não ();
() Herbicida. Qual/Quantidade: () Com enxada.
Já percebeu a ocorrência de Dente de Burro na lavoura de arroz? () Sim;
() Não. Como controla?
42. Controla pragas? () Sim; () Não.
- a) () Biológico/Alternativo. Qual/Quantidade:
- b) () Veneno. Qual/Quantidade:
43. Controla doenças? () Sim; () Não.
- a) () Biológico/Alternativo. Qual/Quantidade:
- b) () Veneno. Qual/Quantidade:
44. Como é feito o beneficiamento:
- a) Debulha:
- b) Secagem:
- c) Descascamento:
- d) Limpeza:
- e) Polimento:
- f) Parborização:
45. Faz uso de Moinho: Sim (); Não (). Localização do moinho:
46. Existe alguma dificuldade na utilização do moinho? Qual:
47. O que é feito com a casca que é retirada no beneficiamento?
48. Quantos sacas/quilos de semente foram plantados na última safra?
49. Quantos sacas/quilos produziu na última safra:

- a) De Arroz colhido
- b) De Arroz beneficiado
- 50. Grãos quebram com muita facilidade? () Sim; () Não.
- 51. Quanto (sacas/kg) retira do que produziu para alimentação da própria família:
- 52. Local de armazenamento dos grãos:
- 53. Recipiente/embalagem de armazenamento dos grãos:
- 54. Quanto de sementes armazena de um ano para outro:
- 55. Local de armazenamento das sementes para próximo cultivo:
- 56. Recipiente/embalagem de armazenamento das sementes para próximo cultivo:
- 57. Observa pragas no armazenamento () Sim; () Não. Quais?
- 58. Faz algum controle no ambiente de armazenamento do local de armazenamento (contra ratos, pragas, insetos)?

CARACTERIZAÇÃO DO MANEJO GENÉTICO

- 59. Pratica algum tipo de seleção das sementes para próxima safra? () Sim; () Não.
 - a) No Campo: () Sim; () Não.
 - i) Quais características da planta são avaliadas?
 - ii) Como faz a seleção no Campo? () Seleciona as melhores plantas, em minoria, desprezando as piores plantas em maioria; () Elimina as piores em minoria e seleciona a maioria; () Seleciona dentro de pequenas áreas; () Pega sementes de todas as panículas da planta; () Pega as sementes de uma única panícula por planta.
 - iii) Descrever outros procedimentos:
 - b) No Paiol: () Sim; () Não.
 - i) Quais características de panículas/grãos são observadas durante a seleção?
 - ii) Como faz a seleção no Paiol?
- 60. O que poderia ser melhorado na sua Var. Crioula?
- 61. Como seria uma Var. Crioula de arroz de sequeiro ideal?

CARACTERIZAÇÃO CULINÁRIA

- 62. O que mais gosta em relação ao consumo:
- 63. Pratos produzidos a partir do arroz:
- 64. Consumo com outros alimentos, quais?
- 65. Como consome? () Integral; () Polido; () Branco; () Parborizado.
- 66. Tempo (min) de cozimento: _____ () Fácil; () Intermediário; () Difícil.
- 67. Cor após cozimento:
- 68. Receita de cozimento, quais temperos utiliza? Quantidade de água?

69. Uma xícara de arroz cozido rende quanto na panela? Bom rendimento; Pouco rendimento.
70. Característica após cozimento: Soltinho ; Empapado . O que prefere?
71. Sabor:
72. Fragrância: Sem aroma; Levemente perfumado; Perfumado.
73. Tem alguma utilidade medicinal? Sim; Não. Qual?
74. Quando comparado ao arroz comercial, qual você prefere? Crioulo; Comercial. Por quê?
75. Aceita disponibilizar sementes desta variedade para pesquisa UFSC? Sim; Não.
76. Em que época podemos retornar para coletar panículas no campo?

Assinatura agricultor: _____

Assinatura pesquisador: _____

ANEXO B – QUESTIONÁRIO PERDAS DE VARIEDADES

Questionário elaborado pela autora para as entrevistas com agricultores que perderam ou deixaram de plantar variedades de arroz de sequeiro.

Pesquisador: _____ N° Entrevista: ___ Data: ___/___/___

1. Composição da família:

() Pai: _____ () Mãe: _____

() Filhos: _____

() Avô: _____ () Avó: _____

() Outros: _____

2. Agricultor(a) Mantenedor(a) (quem conserva/cuida da variedade):

3. Município: _____ Linha: _____ Telefone: _____

4. Coordenadas: _____ Altitude: _____

5. Idade: _____ Sexo: () F; () M; Grupo étnico: () Alemão; () Italiano; Outro

6. Nível de Escolaridade: _____ Tempo que vive na região:

7. Fontes de renda: () Agricultura; () Pecuária; () Aposentadoria; () Emprego formal _____ () Emprego informal

8. Qual são os produtos? () Grãos: _____ () Leite; () Bovinocultura;

9. () Suínocultura; () Avicultura () Outros:

10. Membro de alguma organização social?

11. () Associação: _____ () Grupo Religioso: _____

12. () Sindicato: _____ () Movimento Social:

13. Perdeu () Variedade Comercial; () Variedade Crioula.

a. Nome da Variedade Crioula? _____ Quanto tempo cultivou? _____

b. Origem da variedade: _____ Finalidade da produção:

c. Quem cuidava da plantação? _____ Há quanto tempo perdeu a variedade?

d. Por que perdeu a variedade? A

e. Antes de perder, doou a Var. Crioula para alguém? () Sim; () Não.

Nome/Linha/município: _____

Assinatura agricultor: _____

Assinatura pesquisador: _____

ANEXO C – QUESTIONÁRIO MOINHOS

Questionário elaborado pela autora para as entrevistas com os proprietários de moinhos ativos ou desativados.

Pesquisador: _____ Nº Entrevista: _____ Data: ____/____/____

CARACTERÍSTICAS DO PROPRIETÁRIO

1. Município: _____ Comunidade: _
2. Principal renda da propriedade: _____
3. Composição da família: () Pai: _____ () Mãe: _____
() Filhos: _____ () Outros: _____
- PONTO GPS: _____ Telefone: _____

() DESATIVADO

4. Há quanto tempo? _____ Qual motivo?
5. Quantas pessoas trabalhavam no moinho? Quantos familiares?
6. Finalidade do moinho () uso próprio; comercial ()
7. Quais eram as atividades do moinho?
8. Quantos agricultores da região traziam arroz para descascar?
9. Custo da saca de arroz descascada?
10. O que era feito com a casca após o beneficiamento?
11. Quantos levavam milho p/ farinha? Custo de produção da farinha?
12. O moinho produzia grãos próprios () Sim; () Não. Finalidade:
13. Custo de manutenção do moinho?
14. Conhece outros moinhos no município, ou nos municípios vizinhos?

() ATIVADO

15. Há quanto tempo possui o moinho? _____
16. Finalidade do moinho () uso próprio; comercial ()
17. Quantas pessoas trabalham no moinho? Quantos familiares?
18. Quais atividades do moinho?
19. Quantos agricultores trazem arroz para descascar?
20. Custo da saca de arroz descascada?
21. O que é feito com a casca após o beneficiamento?
22. Quantos levavam milho p/ farinha? Custo de produção da farinha?
23. O moinho produz grãos próprios () Sim; () Não. Finalidade:
24. Custo de manutenção do moinho?
25. Conhece outros moinhos no município, ou nos municípios vizinhos?
26. Qual o principal problema relacionado à manutenção de um moinho?
27. Possui algum plano futuro para novas instalações?

Assinatura proprietário: _____

Assinatura pesquisador: _____

ANEXO D – CROQUI ÁREA EXPERIMENTAL

Croqui da área de plantio das variedades de arroz de sequeiro caracterizadas.

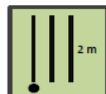
Eucalipto - Fundação

Variedade	4E	8	23	T1	75	26	78E	32	45	16	43	50	13	17	22	5	104	15
	Estaca	320	308	265	B1T11	106	B2T8	B3T7	B3T9	B1T1H2	B3T3	259	B2T6	298	261	B2T1H1	B2T7	B1T13
Variedade	103	53BD	37	65	67	17M	72	71	51BD	104M	T2	90	88M	36	89	42	76	12
Estaca	302	B1T3	B2T13	B2T10	B2T2	B3T4	B1T12	B1T2	B3T13	B3T10	B2T3	B2T1H3	B3T2	B2T1H2	B2T9	297	307	264
Variedade	38	63EP	95	81	24	41	10	3	37M	35	105	82	20	92	105M	61	66	64
Estaca	262	892	279	311	B1T10	B2T12	B2T11	B2T4	B1T8	340	B3T1H2	B3T12	468	B3T5	B1T7	B1T6	B3T6	102
Variedade	102	29	88	98	101	19	52	68	9	54M	84	47	69	59	7	86	39	74BD
Estaca	287	121	153	119	116	113	160	117	148	133	144	149	128	124	129	736	780	110

Variedade	39	24M	66	41	17	76	67	79EV	82	64	3	5	29	4E	104	105	T3	
Estaca	250	115	120	143	147	134	137	158	127	123	114	132	138	105	91	151	107	
Variedade	81	103	69	50	77EV	59	43	35	47	16	44EV	19M	13	8	74BD	71	89	12
Estaca	266	154	126	296	280	283	275	289	319	295	303	255	282	312	100	278	293	242
Variedade	53EV	61	102	101	15	38	22	7	98	95	92	86	36	51BD	42	75	90	72
Estaca	316	304	263	252	284	268	273	306	256	254	318	314	309	290	305	292	267	313
Variedade	26	68	10	52	45	23	20	19	60EV	68	32	24	9	88	65	84	35M	37
Estaca	253	251	260	286	299	310	272	294	246	317	269	281	270	244	243	285	288	247

Esquerda – Mato sentido interior da fazenda

Direita - Estrada para sede



Detalhe da parcela
3 linhas de 2 metros cada espaçadas 0,51 m
Estaca posicionada na primeira linha
Avaliar área central (1m) da linha do meio

Entrada

Legenda:

Parcela para multiplicação de outros acessos

Parcela vazia

Parcela com baixa densidade para avaliação