

Linda Nataly Vásquez Ávila

CARACTERIZAÇÃO DE VARIEDADES CRIOULAS DE MILHO
PIPOCA DO EXTREMO OESTE DE SANTA CATARINA POR
ESPECTROSCOPIA VIBRACIONAL DE INFRAVERMELHO
PRÓXIMO

Dissertação submetida ao Programa de
Pós-Graduação em Recursos Genéticos
Vegetais da Universidade Federal de
Santa Catarina para a obtenção do
Grau de Mestre em Ciências.
Orientador: Prof. Dra. Juliana Bernardi Ogliari.
Co-Orientador: Prof. Dr. Marcelo Maraschim

Florianópolis 2018

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

Avila, Linda Nataly Vasquez Avila
CARACTERIZAÇÃO DE VARIEDADES CRIOULAS DE MILHO
PIPOCA DO EXTREMO OESTE DE SANTA CATARINA POR
ESPECTROSCOPIA VIBRACIONAL DE INFRAVERMELHO PRÓXIMO
/ Linda Nataly Vasquez Avila Avila ; orientadora,
Juliana Bernardi Ogliari, coorientador, Marcelo
Maraschim, 2018.
76 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias,
Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos
Vegetais, Florianópolis, 2018.

Inclui referências.

1. Recursos Genéticos Vegetais. 2. Milho pipoca.
3. variedades crioulas. I. Bernardi Ogliari,
Juliana . II. Maraschim, Marcelo. III. Universidade
Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação
em Recursos Genéticos Vegetais. IV. Título.

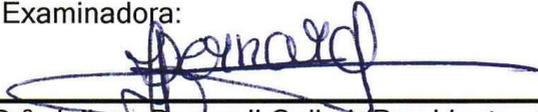
Caracterização de variedades crioulas de milho pipoca do extremo Oeste de Santa Catarina por espectroscopia vibracional de infravermelho próximo

por

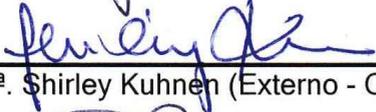
Linda Nataly Vázquez Ávila

Dissertação julgada e aprovada em 26/10/2018, em sua forma final, pelo Orientador e membros da Banca Examinadora, para obtenção do título de Mestre em Ciências. Área de Concentração Recursos Genéticos Vegetais, no Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, CCA/UFSC.

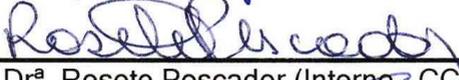
Banca Examinadora:



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



Prof^ª. Dr^ª. Shirley Kuhnen (Externo - CCA/UFSC)



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



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

Florianópolis, outubro de 2018

Dedico este trabalho as
mulheres agricultoras,
guardiãs de sementes e saberes,
do município de Anchieta.
Gratidão pela inspiração.

AGRADECIMENTOS

Ao grande espírito, Deus, Pachamama, pela força, proteção e pela luz que me guia.

À minha família, meu maior presente. À minha filha Paloma pela inspiração, alegria, distração e por me ensinar a estar sempre no eterno momento presente. Te amo filhinha! Ao meu esposo, companheiro, colega, amigo, meu grande parceiro Sebastian, pela paciência, apoio, dedicação a nossa Paloma, motivação nos momentos difíceis e por toda esta caminhada juntos. À minha mãe Dora Lucia, minha fonte de força, esperança e amor, pela companhia, apoio e confiança. Obrigada mãe pelo apoio na realização dos meus sonhos e projetos de vida. Ao meu pai pela confiança, suporte e o amor. Obrigada pai por sempre estar ali para me ouvir e aconselhar. Aos meus irmãos Anderson, John e Jeison, pelo amor e confiança. À minha avó Etelvina, minha maior inspiração feminina de força, coragem, conexão com a terra, criatividade e simplicidade.

À minha orientadora Juliana Bernardi Ogliari pela confiança e oportunidade de ter desenvolvido este trabalho, pelos desafios e compreensão vividos nas inesperadas trilhas que aconteceram durante este trabalho.

A todos os agricultores e agricultoras dos municípios de Anchieta, especialmente à família Alberton, dona Monica e Eugenio Alberton, pelo acolhimento e tantos aprendizados.

À minha parceira, amiga, colega minha anjinha nestas terras, Rosenilda de Souza, pela ajuda no trabalho de campo, nas viagens de coleta, pelas contribuições na escrita deste trabalho, pelas discussões de estudo e pela amizade; nossa melhor partilha.

Aos colegas do Núcleo de Estudos em Agrobiodiversidade, Estevão, Wagner, Rosemary, Otavio, Francisco e Rose, pela colaboração, pelo suporte no trabalho de campo, aprendizados coletivos, e especialmente pela amizade.

Ao Virgilio Uarrota, pela valiosa ajuda na análises e interpretação dos resultados da espectroscopia de infravermelho próximo, que foi fundamental na realização deste trabalho.

Liliana, Betzaida, Rafael e Ihanjika pelo acolhimento na minha chegada em Florianópolis, pela ajuda para me organizar nesta nova cidade e novo país.

Joselle e Guilherme, Marcia, Edielson, Carol, Natalia e a toda a colônia Paraense por ter nos acolhido como parte da família, obrigada pela

inúmeras momentos de alegria e por mostrarmos a deliciosa gastronomia Brasileira.

Nossa família Colombiana em Brasil, Juan Carlos, Ivonne e Abigail, agradeço com muito carinho a companhia e ajuda em manter nossas filhas felizes, conhecendo nossa cultura, e por procurar fazer nossa vida em Florianópolis mais leve.

A todos os amigos Colombianos estudantes de pós-graduação no Brasil, Anyela, Edison, Sebastian, Juan David, Oscar, Melissa, Carolina, Juan Carlos, Ivonne... pela grande inspiração e esperança.

Ao yoga que chegou através do professor Markus, porque me deu a força, foco e flexibilidade para terminar o mestrado.

Aos círculos de mulheres do Brasil e Colômbia que me ajudaram a recuperar o sentido do meu serviço como mulher e como profissional.

À UFSC, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, pelo ensino de qualidade, à secretária Bernadete, a dona Bethy pelos cafés, bolos e lanches que me deram energia para estudar. Ao pessoal do restaurante universitário pela alimentação deliciosa e de qualidade durante nossas eternas jornadas de estudo.

À CAPES pela bolsa de mestrado.

À todos, muito obrigada!

Resumo

O milho pipoca é hoje reconhecido como um alimento (*snack* - lanche) muito usado nas festividades e momentos de lazer em muitos lugares ao redor do mundo. Na atualidade, ainda existem variedades crioulas antigas de milho pipoca que estão sendo mantidas por agricultores familiares. Este é o caso do Extremo Oeste de Santa Catarina (EOSC), região de reconhecida tradição na agricultura familiar e conservação da agrobiodiversidade de diferentes espécies, com destaque aos milhos de todos os tipos: milho comum, doce e pipoca. No EOSC, repousa um microcentro de diversidade do gênero *Zea*, em função da riqueza de variedades crioulas, especialmente de milho pipoca. No intuito de gerar insumos para a formulação de estratégias de geração de valor agregado ao uso e conservação das variedades crioulas de milho pipoca do EOSC, o presente estudo avaliou em duas regiões contrastantes de Santa Catarina (Anchieta e Florianópolis) a diversidade química de amostras de grãos por espectroscopia vibracional de infravermelho próximo (NIR) de seis variedades de milho pipoca, representantes de três grupos raciais previamente classificados. As variedades originalmente doadas por agricultoras dos municípios de Anchieta e Guaraciaba foram multiplicadas em condições de polinização assistida, nos dois locais. Foi realizada a análise conjunta dos dois locais, na busca de padrões classificatórios e, posteriormente, uma análise por local. Em ambos os casos, os dados espectroscópicos foram submetidos às análises de componentes principais (PCA) e análise de agrupamentos (*cluster*). Os resultados mostraram que a técnica de NIR classificou as amostras em função do local de cultivo, identificando os sinais espectroscópicos discriminantes das amostras. As variedades cultivadas em Anchieta (i.e., a região de origem) mantiveram o padrão de classificação racial, fato não observado quando o mesmo conjunto de variedades foi cultivado em Florianópolis. A NIR associada a PCA mostrou-se como uma estratégia analítica rápida, eficiente e de baixo custo na classificação de variedades crioulas de milho pipoca e na discriminação destas segundo a procedência. Esta ferramenta pode auxiliar a pesquisa e o conhecimento das variedades crioulas, conseguindo associá-la com outras variáveis. Porém, sugere-se a validação da metodologia para os compostos de interesse provavelmente relacionados com outros métodos de referência para melhor aproveitamento das informações espectroscópicas.

Palavras-chave: milho pipoca, espectroscopia de infravermelho próximo, indicação geográfica.

Abstract

Popcorn is today recognized as a snack, widely used in festivities and recreation times in several countries around the world. At present, there are still popcorn landraces that are being kept by family farmers. This is the case of the extreme west of Santa Catarina (EOSC), a region of a recognized family agriculture tradition and conservation of agrobiodiversity of different species, with emphasis on corn of all kinds: dent corn, sweet corn and popcorn. At the EOSC, there is a microcenter of diversity of the genus *Zea*, due to the richness of landraces, especially popcorn. In order to generate inputs for the formulation of value - added strategies for the use and conservation of EOSC popcorn landraces, the present study evaluated the chemical diversity of samples from two different regions of Santa Catarina (Anchieta and Florianópolis) by Near Infrared Vibration Spectroscopy (NIR) of six popcorn maize varieties, representatives of three previously classified racial groups. The varieties originally donated by farmers in the municipalities of Anchieta and Guaraciaba were multiplied under conditions of assisted pollination. A analysis of each site and after of the two sites was carried out, in search of classification standards. In both cases, the spectroscopic data were submitted to main component analysis (PCA) and cluster analysis (cluster). The results showed that the NIR technique classified the samples according to the culture site, identifying the discriminant spectroscopic signals of the samples. Varieties grown in Anchieta (the region of origin) maintained the racial classification pattern, a fact not observed when the same varieties set was grown in Florianópolis. The NIR associated with PCA proved to be a fast, efficient and low-cost analytical strategy in the classification of popcorn landraces and their discrimination according to origin. This tool can help the research and the knowledge of the creole varieties, being able to associate it with other variables. However, it is suggested to validate the methodology for the compounds of interest probably related to other reference methods for better use of spectroscopic information.

Keywords: popcorn landraces, near infrared spectroscopy, geographical indication.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Principais bandas de absorção no espectro de infravermelho próximo.	20
Figura 2: Localização dos municípios de Anchieta e Guaraciaba, na mesorregião Extremo Oeste do estado de Santa Catarina.	29
Figura 3: Localização dos municípios de Anchieta e Florianópolis no mapa político do Estado de Santa Catarina.....	31
Figura 4: Polinização assistida de variedades crioulas de milho pipoca nos municípios de Anchieta e Florianópolis. Safra 2016/2017.	32
Figura 5: Variedades crioulas de milho pipoca multiplicadas na safra 2016/2017.....	33
Figura 6: Perfis espectroscópicos de NIR de farinhas de milho pipoca crioulo provenientes de Anchieta e Florianópolis, Santa Catarina, após aplicação dos cálculos de primeira e segunda derivadas ao conjunto de dados.	36
Figura 7: Espectros NIR originais de amostras de milho pipoca crioulo provenientes Anchieta – Estado de Santa Catarina.....	37
Figura 8: Análise de componentes Principais (PCA) baseado na distância Euclidiana de espectros NIR (1000-2500nm) de amostras de milho pipoca crioulo provenientes de Anchieta.	38
Figura 9: Análises de agrupamento pelo método UPGMA do conjunto de dados de espectros de NIR (1000-2500nm) de amostras de milho pipoca crioulo provenientes de Anchieta.	39
Figura 10: Principais sinais encontrados nos espectros NIR de amostras de milho pipoca crioulo provenientes de Florianópolis Estado de Santa Catarina.	40
Figura 11: Análise de componentes Principais (PCA) baseado na distância Euclidiana, de espectros de NIR (1000-2500nm) de amostras de milho pipoca crioulo provenientes de Florianópolis.	41
Figura 12: Análises de agrupamento pelo método UPGMA de espectros NIR (1000-2500nm) de amostras de milho pipoca crioulo provenientes de Florianópolis.	42
Figura 13: Distribuição fatorial de amostras de farinhas de milhos pipocas crioulas cultivadas nos municípios de Anchieta e Florianópolis, resultante do cálculo dos componentes principais (1 e 2) a partir dos dados espectroscópicos de NIR (1000-2500nm).....	43

Figura 14: Análises de agrupamento pelo método UPGMA dos dados espectroscópicos de NIR (1000-2500nm) de amostras de milho pipoca crioulo provenientes de dois localidades, i.e., Florianópolis e Anchieta – Estado de Santa Catarina. 44

Sumário	
Resumo	6
Sumário	9
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	4
Objetivo geral	4
3. REVISÃO BIBLIOGRAFICA	4
Agrobiodiversidade	4
Variiedades crioulas, locais ou landraces	8
Classificação em raças e origem do milho pipoca.....	10
Importância do Milho pipoca	13
Composição e propriedades químicas do milho pipoca	16
NIR (Near Infrared Spectroscopy): Espectroscopia de Infravermelho Próximo	18
Extremo Oeste de Santa Catarina (EOSC)	21
Variiedades crioulas de milho pipoca no EOSC	24
Indicação Geográfica (IG)	26
5. MATERIAL E MÉTODOS	28
Seleção dos materiais	28
Análises quimiométricas	34
6. RESULTADOS	34
Pré-processamento	34

Estimativa da segunda derivada pela função Savitzky-Golay	35
Análises exploratórias e identificação de sinais	36
Análises por local: Anchieta	36
Análises por local: Florianópolis	38
6. DISCUSSÃO	44
Identificação de sinais	44
Análise por local: Anchieta	49
Análises por local: Florianópolis	49
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	55

1. INTRODUÇÃO

O milho pipoca é um alimento de consumo expansivo ao redor do mundo, considerado um lanche saudável, por ser um grão inteiro e com pouco processamento (QUINN; HONG; BOTH, 2005; USDA, 2015). Seu consumo está fortemente associado às atividades de lazer (cinema, futebol, festas de aniversário, festas típicas, entre outros), o que faz dele um alimento muito relacionado à cultura alimentar de diferentes tradições e costumes (MISHRA; JOSHI; PANDA, 2014).

O Brasil é o segundo produtor mundial de milho pipoca (80 mil toneladas/ano), com um valor por saca três vezes superior ao milho comum e um mercado equivalente a US\$ 130 milhões (MADRONA; SCAPIM, 2016). Todavia, observa-se uma carência de informação sobre o consumo, produção e importação atualizada do milho pipoca. Como exemplo, os dados disponíveis não são acompanhados pela oferta de sementes, indicando que grande parte do material é importado (EMBRAPA, 2016), dificultando a estimativa da importância do mercado brasileiro de milho pipoca.

Seu cultivo, em comparação ao de milho comum, é mais exigente, especialmente porque o produto de interesse é para consumo humano, o que requer uma qualidade de grão especial (PARAGINSKI et al., 2017; SAWAZAKI, 2001). Em geral, a planta do milho pipoca é mais suscetível a doenças e pragas, acamamento e quebramento do colmo e podridão de grãos, necessitando ainda de um cuidado especial na colheita e secagem dos grãos, para evitar danos no pericarpo e endosperma. Nos EUA, o sistema produtivo de milho pipoca utiliza tecnologia de alta qualidade, manejado com estratégia de áreas pequenas (cerca de 200 hectares), em relação às áreas de milho grão (GRANDJEAN et al., 2008; REYNOLDS et al., 2005).

O Brasil dispõe de poucas cultivares nacionais no mercado. Para a safra 2016/2017, no Registro Nacional de Cultivares, só aparecem duas cultivares nacionais disponíveis no comércio de sementes (PEREIRA FILHO; BORGHI, 2017). Os híbridos importados são de maior aceitação pelas empresas empacotadoras e produtores da região. O elevado rendimento de grãos e a qualidade superior quanto aos índices de capacidade de expansão do material importado justificam sua preferência. Esta condição corrobora a falta de interesse na produção de milho pipoca, desconhecendo o potencial nacional existente nesta cultura.

No Extremo Oeste de Santa Catarina, no sul do Brasil, repousa uma grande diversidade de variedades crioulas de milho, incluindo os

tipos especiais (doce e pipoca), conservados principalmente pelas agricultoras da região (COSTA; SILVA; OGLIARI, 2016; SOUZA, 2015). Nos anos de 2011 e 2012, nos municípios de Anchieta e Guaraciaba, foram encontradas 1.078 populações de milho pipoca conservadas pelas agricultoras, mantidas para alimentação, como um elemento associado à cultura e segurança alimentar destas comunidades (SILVA; VIDAL; OGLIARI, 2017).

O Projeto Mays, intitulado “Estratégias integradas e participativas de resgate, caracterização, avaliação, produção e conservação da diversidade de variedades locais de *Zea mays* L. do Oeste de SC e Sudoeste do PR”, realizou o primeiro censo de variedades crioulas de milho do Brasil. O projeto permitiu o Diagnóstico da Diversidade de milho, em três municípios (Anchieta, Guaraciaba e Novo Horizonte) do Oeste catarinense. Durante a realização deste Censo, foram identificadas inúmeras variedades crioulas de milho comum, pipoca e doce (COSTA; SILVA; OGLIARI, 2016; SOUZA, 2015). A importante diversidade encontrada, a presença de um parente silvestre do milho e de todos os aspectos socioculturais associados permitiram indicar a região como um microcentro da diversidade do gênero *Zea* (COSTA; SILVA; OGLIARI, 2016).

O dinamismo da conservação existente no EOSC é de extrema importância para a conservação da diversidade de milho por vários fatores. O milho pipoca é considerado um dos milhos mais antigos e faz parte da história da distribuição do milho desde o começo da domesticação até a diversificação em raças pelo continente Americano (BEDOYA et al., 2017; GROBMAN et al., 2012; MATSUOKA et al., 2002). A diversidade de milho pipoca resguardada pelas agricultoras do EOSC é um recurso que foi herdado pelos imigrantes europeus, das etnias indígenas que habitam/habitaram a região, sendo um exemplo de como uma adaptação cultural beneficia a conservação da agrobiodiversidade (SILVA; OGLIARI, 2015).

Estudos de estrutura e diversidade genética de algumas variedades crioulas de milho pipoca conservadas no Extremo Oeste de Santa Catarina revelaram elevado potencial de uso para o melhoramento genético participativo, em função do alto nível de heterose e variabilidade genética, bons atributos para rendimento de grão, capacidade de expansão, maior potencial produtivo em relação a variedades comerciais e resistência a *Exserohilum turcicum* (GONÇALVES, 2016; ROJAS BERNAL, 2017). Com relação ao potencial nutricional, ainda não existem dados para o milho pipoca.

Na última década, estudos do potencial nutricional de variedades locais de milho do EOSC têm sido conduzidos pelo Núcleo de Estudos em Agrobiodiversidade da UFSC (KUHNER et al., 2010a, 2010b, 2011, UARROTA et al., 2011, 2013; UARROTA; ROCHA; MARASCHIN, 2017). Variedades coloridas de milho comum crioulo mostraram conteúdos proeminentes de carotenoides, antocianinas e outros compostos antioxidantes, o que sugere o potencial como alimento funcional ou fonte de corantes naturais (KUHNER et al., 2011). Três variedades crioulas de milho comum da região mostraram valores nutricionais superiores por seus conteúdos de albumina, globulina e gluteína, além de uma variedade que mostrou características de padrão comercial de amilopectina (KUHNER et al., 2010b). Além disso, variedades com potencial aplicação industrial foram identificadas, devido às propriedades de viscosidade da fração amídica (UARROTA et al., 2013).

Assim, tem-se um conjunto de antecedentes que destacam o potencial para a produção comercial de milho pipoca na região EOSC, com destaque a: a elevada diversidade adaptada aos diferentes ambientes da região, o conhecimento do cultivo pelos agricultores, a participação da mulher, alternativa econômica interessante para a região e o potencial comercial para o abastecimento de segmentos de mercado diferenciados, com apelo ao consumo de produtos orgânicos, mais saudáveis e de origem regional. Para este último aspecto, ressalta-se as particularidades das variedades crioulas de pipoca quanto a cor, tamanho, formato de grão e capacidade de expansão (GONÇALVES, 2016).

Há interesse das instituições e das organizações comunitárias do município de Anchieta por continuar a conservação da agrobiodiversidade, promovendo o uso das variedades crioulas. Este compromisso é refletido nas repercussões políticas expressas na LEI Nº 11.455, de 19 de junho de 2000, que reconhece o município de Anchieta como ‘Capital Catarinense do Milho Crioulo’, e na LEI nº 13.562, de 21 de dezembro de 2017, que confere ao mesmo município catarinense o título de ‘Capital Nacional da Produção das Sementes Crioulas’.

Esta forma, há um panorama de oportunidades sociais, um avanço expressivo no conhecimento da diversidade de milho da região e uma clara necessidade de encontrar ações que motivem e fortaleçam a particular vocação de conservação e uso da agrobiodiversidade dos agricultores do município de Anchieta. Apesar do gargalo de informações oficiais, o Brasil é o terceiro produtor de milho comum e o

segundo de milho pipoca, sendo plausível sugerir que o mercado de milho pipoca no país possui expressivo potencial a ser explorado.

A diversidade de milho pipoca encontrada no EOSC apresenta um importante potencial agrônômico e gastronômico (GONÇALVES, 2016), tanto para os programas de melhoramento como para a produção de alimentos funcionais diferenciados, em uma perspectiva regional. Neste sentido, o objetivo desta pesquisa foi determinar perfis metabólicos e identificar grupos químicos funcionais de amostras de grãos de variedades crioulas de milho pipoca do Extremo Oeste de Santa Catarina, associados aos efeitos de fatores de ambiente, fornecendo subsídios a futuras pesquisas sobre a indicação geográfica na região.

2. OBJETIVOS

Objetivo geral

Classificar variedades crioulas de milho pipoca do EOSC, visando verificar o seu potencial para a indicação geográfica.

Objetivos específicos

- Classificar as variedades de milho pipoca crioulo segundo o seu perfil metabólico via espectroscopia de infravermelho próximo (NIR);

- Identificar classes de compostos, em amostras de farinhas obtidas de áreas experimentais implantadas no EOSC (Anchieta) e no litoral (Florianópolis).

- Determinar a influência do local de cultivo e da raça no perfil metabólico via espectroscopia de infravermelho próximo (NIR)

3. REVISÃO BIBLIOGRAFICA

Agrobiodiversidade

A história da humanidade é a história da domesticação de plantas e da paisagem através da agricultura. Esta complexa e dinâmica interação gerou mudanças na ecologia e demografia das espécies, na procura de paisagens mais produtivas. Os processos de domesticação, seleção, hibridação e intercâmbios, praticados durante milênios, deixaram um legado de diversidade de espécies domesticadas, com suas variedades e raças adaptadas a um grande espectro de diferentes condições e necessidades (CROMWELL, 2003)

A agrobiodiversidade é um conceito complexo que tenta abarcar as interações entre as pessoas com as plantas cultivadas e o ambiente em que convivem. A definição oficial da CDB para agrobiodiversidade é: *“um termo amplo, que inclui todos os componentes da biodiversidade que têm relevância para a agricultura e alimentação, e todos os*

componentes da biodiversidade que constituem os agroecossistemas: as variedades e a variabilidade de animais, plantas e microrganismos, nos níveis genético, de espécies e ecossistemas, os quais são necessários para sustentar funções chaves dos agroecossistemas, suas estruturas e processos” (STELLA et al., 2006; CDB, 2000).

Para Machado, é “o processo de relações e interações do manejo da diversidade entre e dentro de espécies, os conhecimentos tradicionais e o manejo de múltiplos agroecossistemas, sendo um recorte da diversidade. A diversidade cultural é o elemento chave para a sua construção” (MACHADO; SANTILLI; MAGALHÃES, 2008). Santilli (2009) define *agro biodiversidade* como o envolvimento de 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 (MACHADO; SANTILLI; MAGALHÃES, 2008).

Do mesmo modo, no planeta terra, existem dois tipos principais de diversidade: a biológica e a cultural. Do encontro destas duas surgem a diversidade agrícola e a diversidade paisagística (TOLEDO; BARRERA-BASSOLS, 2009). A diversidade cultural se decompõe em três categorias: a genética, a linguística e a cognitiva. Por outro lado, a diversidade biológica é expressa em quatro níveis: a paisagem (naturais), os habitats, as espécies e os genomas.

A inserção do componente cultural agrega elementos fundamentais para a compreensão da agrobiodiversidade, assim como também para a formulação de ações para a preservação da mesma, pois a integração do fator humano é uma forma de assumir responsabilmente as ações necessárias para a conservação da diversidade da vida no planeta (CORREIA et al., 2013; LEVIS et al., 2018).

Sendo assim, a agrobiodiversidade pode ser considerada uma expressão da diversidade biológica moldada ou alterada pela diversidade cultural, num processo coevolutivo de diversificação de formas de viver, nos diferentes ecossistemas, impulsionados pela humanidade e limitado pelas condições ambientais. Podemos reconhecer que durante o tempo em que a humanidade tem sido a principal geradora de desequilíbrios no mundo contemporâneo (antropoceno) (HAYES et al., 2017; MORA, 2014), na história da domesticação das plantas e dos ecossistemas, tem sido uma espécie geradora de diversidade (raças, variedades, sistemas de cultivo). Com base nisso, pode-se assumir um decidido enfoque propositivo de soluções e construção de novos paradigmas.

Ao redor do mundo, há diversas populações humanas que ainda hoje mantêm uma relação harmônica com a natureza ao mesmo tempo que fazem um refinado aproveitamento da agrobiodiversidade

(GLIESSMAN-STEPHEN, 2002; PERFECTO; VANDERMEER, 2008; STEWARD, 2013). Os variados usos e manejos contam da destreza e habilidade do ser humano para se adaptar aos ambientes mais diversos garantindo seu alimento. Nos últimos 30 anos, a difusão destes sistemas tradicionais de produção está aumentado, por causa do alto risco de desaparecimento deste patrimônio, pelos compromissos adquiridos de alguns órgãos e instituições internacionais de defesa, proteção e conservação destes sistemas e comunidades (FAO, 2018). O comum de todos eles: a diversidade de possibilidades de adaptação do engenho humano.

Por um lado, estão os sistemas tradicionais dos povos originários (indígenas, tribais, aborígenes ou nativos, minorias nacionais ou primeiros colonos). As áreas onde conflui a maior parte da diversidade biológica do mundo corresponde também as regiões de maior diversidade linguística e alguns ainda possuem uma grande diversificação agrícola (CLEMENT et al., 2007; FAO, 2010; LEVIS et al., 2018; TOLEDO; BARRERA-BASSOLS, 2009). Os grupos humanos que resguardam toda esta riqueza e saberes, em muitos dos casos, ainda não foram transformados pela modernização agrária. Neste último aspecto, define a maior importância destes sistemas que evoluem com as condições agroclimáticas e as novas necessidades dos povoadores.

Além disso, existem os sistemas de contracorrente à “revolução verde” e à agricultura industrializada, que são variantes dos sistemas tradicionais, mas são desenvolvidas por uma porcentagem do povo “ocidental”, que assumiu uma posição crítica à credibilidade cega da humanidade pelas novas tecnologias. Esta população de origem mestiça aplicou e aplica sistemas que fazem uso dos princípios da ecologia, da biologia da conservação e, aproximadamente desde os anos 80, da agroecologia (TOLEDO; BARRERA-BASSOLS, 2009). Os ditos sistemas alternativos integram conceitos da ecologia e agricultura dos povos originários. Também possuem uma forte motivação ética, uma atitude de respeito pela natureza e a dignidade humana, ao mesmo tempo que promovem a sustentabilidade econômica, ambiental e social. Hoje estes sistemas são as referências práticas e acadêmicas da produção agroecológica (GLIESSMAN-STEPHEN, 2002).

Estas propostas com claros suportes acadêmicos, técnicos, filosóficos e especialmente práticos fornecem insumos para a construção de outro modelo. Um fato muito interessante dos últimos modelos mencionados é como a coletividade dos opostos olhares do mundo (agricultores, cientistas, políticos, e sociedade civil em geral:

consumidores) podem conciliar e criar novas formas de produzir e viver, exaltando a virtude da história da evolução humana, a criatividade de coevoluir com nosso meio, assim como o uso e conservação da agrobiodiversidade.

A riqueza conservada na agrobiodiversidade e a atenção que ela precisa é de grande relevância no cenário atual, onde o planeta terra e as sociedades humanas precisam de uma mudança urgente do modo de vida, visando a qualidade de vida das futuras gerações (CLEMENT, 2007 e FAO, 2012). O aumento da temperatura nos últimos 50 anos, o desmatamento e as perdas de espécies nos últimos 30 anos são fatos que prejudicam o equilíbrio dos ecossistemas e, assim, a vida das espécies que habitam neles (MORA, 2014).

Garantir a segurança alimentar, promover o desenvolvimento econômico e propor sistemas de produção sustentáveis é uma desafiante combinação de objetivos antagônicos entre si (NODARI; GUERRA, 2015). Os órgãos internacionais e os governos dos países do mundo transitam entre acordos e convenções ano após ano para atingir estes objetivos (objetivos do Milênio, objetivos do desenvolvimento sustentável), com resultados práticos insuficientes para a realidade atual (FAO, 2015; NODARI; GUERRA, 2015; ONU, 2015; TOLEDO; BARRERA-BASSOLS, 2009).

Segundo o relatório da FAO 2017 “panorama da segurança alimentar na América Latina e Caribe” e o “Mainstreaming Agrobiodiversity in Sustainable Food Systems Scientific Foundations for an Agrobiodiversity Index”, para conseguir um sistema alimentar sustentável, que produza uma ampla variedade de alimentos nutritivos com o mínimo impacto ambiental, é preciso começar reconhecendo por todos os níveis da sociedade (produtores, consumidores, intermediários), que o que comemos está profundamente ligado à forma como é produzido (FAO, 2017; IPES-FOOD, 2016).

Também é necessário que o conhecimento científico seja integrado e bem difundido aos diferentes tomadores de decisões da sociedade, o que pode representar uma poderosa ferramenta para embasar decisões que promovam a mais ampla implementação e desenvolvimento de estratégias de uso e conservação da agrobiodiversidade de forma mais eficiente. Atualmente, já existem experiências bem sucedidas, mas ainda experiências de pesquisa isoladas e repetitivas e que não atingem cenários de transformação mais amplos (MORA, 2014).

Variedades crioulas, locais ou landraces

As variedades locais (landraces), também denominadas variedades crioulas, nativas, locais, primitivas ou variedades do agricultor, são o componente principal da agrobiodiversidade (MACHADO; SANTILLI; MAGALHÃES, 2008). Estas são resultado do manejo da diversidade pelos agricultores, camponeses, indígenas do mundo e são patrimônio da humanidade ao serviço dos povos, para garantir a soberania alimentar e manter a vida em equilíbrio no planeta. As variedades crioulas (VC) são de grande importância socioeconômica para a agricultura familiar e para nós consumidores.

As variedades crioulas são conservadas *in situ-on farm* nos campos, hortas, jardins, roças e outros espaços produtivos dos agricultores familiares do mundo. A conservação *in situ-on farm* garante a evolução das espécies, mantendo ativas as interações dinâmicas dos agroecossistemas onde elas convivem. Além de fornecer a alimentação e renda das comunidades advindas das trocas e comércios locais, elas ajudam a manter as tradições culturais dos seus guardiões e dos consumidores, como uma expressão fundamental da cultura, dos valores afetivos e de herança, associados à agrobiodiversidade (CLEMENT 2007; COSTA 2013; SILVA 2015; NODARI e GUERRA 2015).

O conceito de landraces que se refere a variedades locais, segundo Zeven (1998), é “*uma variedade com uma elevada capacidade de tolerar estresse abiótico, produzindo um rendimento estável e intermediário quando estiver num sistema com baixo uso de insumos externos*”. No mesmo sentido, Ogliari (2013) as define como populações cultivadas, diversas em sua composição genética, bem como adaptadas às condições agroclimáticas particulares de uma região e estáveis produtivamente.

Alguns autores ressaltam a relação dos agricultores com as variedades crioulas. Para Louette et al. (1997), uma variedade local é um lote de sementes que é identificado pelos agricultores e mantida na família, pelo menos, por uma geração. Machado et al. (2008) consideram variedade local como aquelas populações sob contínuo manejo dos agricultores, desenvolvida a partir de ciclos dinâmicos de cultivo e seleção dentro de ambientes e contextos socioeconômicos específicos, sendo necessários, pelo menos, cinco ciclos de cultivo para que uma variedade se torne local. No mesmo sentido, Villa et al. (2005) definem variedade crioula como: “*uma população dinâmica de uma espécie cultivada que tem origem histórica, identidade distinta e carece de melhoramento formal, muitas vezes, sendo geneticamente*

diversificada, localmente adaptada e associada ao agroecossistema familiar”

Contudo, Casañas et al. (2017), numa atualizada revisão propõem uma definição mais inclusiva consideraram as landraces como as variedades cultivadas que evoluíram e muitas delas continuam evoluindo, usando técnicas de seleção convencionais ou de melhoramento moderno, em ambientes agrícolas tradicionais ou novos, em uma área ecogeográfica sob a influência de uma cultura local.

Embora controversa, essa última definição, especialmente pela integração do melhoramento moderno como fator que contribui no dinamismo das variedades locais, é uma proposta que fala da urgência de diversificar as estratégias de ação de uso e conservação da agrobiodiversidade. Ao mesmo tempo, é uma realidade que a tarefa do manejo das variedades crioulas hoje não pode ficar só na responsabilidade dos pequenos agricultores do mundo, especialmente pelas condições precárias e de isolamento sócio-político que muitos deles experenciam.

As variedades crioulas estão hoje em muitas regiões ameaçadas de extinção, em função do êxodo rural, da industrialização da agricultura, do uso de cultivares comerciais e modernas, da padronização dos sistemas produtivos ao redor do mundo e da perda ou mudança das tradições culturais das comunidades rurais. As variedades crioulas foram desde o começo do melhoramento genético científico as principais fontes de genes para a obtenção das variedades modernas que conhecemos na atualidade. Sua contribuição para resistência a pragas e doenças, bem como para características adaptativas e produtivas, fizeram das variedades crioulas, entre os anos 40 e 60, um foco para as grandes coletas de germoplasma das principais culturas usadas na alimentação mundial.

Existe uma clara necessidade de gerar ações que de fato defendam e promovam o cultivo e consumo das variedades crioulas. Nelas repousa um reservatório genético crucial, como fonte de variabilidade, resistência a doenças e pragas, assim como propriedades nutricionais e farmacêuticas, entre outras ainda desconhecidas ou pouco exploradas. São um reservatório sociocultural inestimável, por ser a expressão da diversidade cultural na domesticação das espécies vegetais, para a adaptação a diversos ecossistemas pelos humanos.

É preciso desenhar estratégias participativas que envolvam outros agentes sociais na evolução das landraces. O Melhoramento Participativo, por exemplo, pode ser uma importante estratégia que integre as variedades crioulas, os agricultores, pesquisadores e

instituições de fomento agrícola regionais e responde as demandas das diferentes partes da cadeia de consumo, que vai desde o produtor até o consumidor (CECCARELLI; GUIMARAES; WELTZIEN, 2009; DE BOEF et al., 2007).

Classificação em raças e origem do milho pipoca

No caso do milho, o conceito de raça se aplica para a classificação da ampla diversidade existente. Proposto por Anderson & Cutler (1942), a raça é um grupo de populações aparentadas, com suficientes características em comum para permitir seu reconhecimento como grupo (ANDERSON; CUTLER, 1942). No caso de milho, estas características comuns são principalmente da espiga e do grão. Wellhausen et al. (1952) complementaram sobre a importância da distribuição geográfica das raças (WELLHAUSEN; ROBERTS; HERNANDEZ, 1952).

No contexto da década de 40-50, os grupos e comunidades indígenas, onde foram coletadas as raças de milho do continente Americano, estavam constituídos nos seus territórios originários e mesmo que já iniciada a erosão cultural, ainda prevalecia a prática de seus usos e costumes autóctones, tanto assim, que alguns autores se referiam as raças indígenas. Anderson (1947) escreveu “*os milhos são o espelho das pessoas que os cultivam*”. Cada grupo indígena tinha selecionado, mantido e, portanto, gerado suas próprias raças (PERALES; GOLICHER, 2014).

Essa forte relação já estudada e documentada de regiões biogeográficas com elevada diversidade de raças de milho, mostrando delimitações culturais, mesmo sem contemplar variáveis culturais, demonstra como o conceito de raça pode ser uma classificação útil que permite estudar a diversidade numa perspectiva ambiental e sociocultural, embora só tenha um aspecto de classificação morfológica (PERALES; GOLICHER, 2014)

O México e a América Central são considerados os centros de origem do milho pipoca e do teosinto, seu ancestral mais próximo ou como um dos seus ancestrais (BEDOYA et al., 2017; MATSUOKA et al., 2002; PIPERNO et al., 2009; PIPERNO; PEARSALL, 1993) . Alguns dos registros arqueológicos mais antigos do milho são de milho pipoca e datam de 6.250 antes da presente data (AP), no México, em Guila Naquitz Oaxaca (PIPERNO; FLANNERY, 2001) (Piperno 2000), No Peru, em Paredones e Huaca Prieta, evidências que datam de aproximadamente 6.500 anos AP, sugerem que a chegada destas raças

de milho pipoca nos extremos do continente pode ter ocorrido logo após a domesticação (PIPERNO et al, 2011).

Do mesmo modo, Matsuoka et al. (2002) apontaram que o milho pipoca trata-se de um dos tipos mais antigos de milho, com as raças mexicanas Cacahuacintle, Palomero de Jalisco e Palomero Toluqueño. As pipocas possuem as raças mais fortemente relacionadas às populações de teosinto, em análises realizadas a partir de dados de microssatélites (MATSUOKA et al., 2002)

Nos anos quarenta, com o início do que na época foi o programa piloto do CIMMYT e o fortalecimento dos programas de melhoramento de milho, com financiamento da fundação Rockefeller, foram feitas as colheitas das variedades tradicionais de milho do continente Americano. Os materiais inventariados foram os precursores das fontes da variabilidade dos programas de melhoramento e a grande diversidade levantada evidenciou a importância de uma classificação taxonômica que permitisse entender as possíveis relações existentes (TAPIA, 2015)

Desta maneira, com o desenvolvimento de estudos botânicos, citológicos e agrônômicos, foi possível a classificação por raças. As raças são plantas que compartilham características morfológicas. Em 1974, Mangelsdorf dividiu as raças de milho da América Latina em seis grandes grupos, derivados de uma raça silvestre de milho (SPRAGUE, 1977)

1. Palomero Toluquenho: uma das raças primitivas mais antigas do México. Os achados arqueológicos relacionados com esta raça foram encontrados nas terras altas (acima de 2000 msnm). Plantas precoces, de espigas cónicas, pequenas e com muitas fileiras. Milho pipoca de grão pontudo do tipo “grão de arroz”. Encontra-se distribuída principalmente no Vale de Toluca, seu cultivo está associado ainda hoje às comunidades indígenas da região. É considerada uma das raças em perigo de desaparecimento (LAZOS; CHAUVET, 2012; SÁNCHEZ, 2011; WELLHAUSEN et al., 1951)

2. Complexo Chapalote e Nal-tel: as duas raças de milho pipoca são formas do milho tunicado das terras tropicais do México (1000 msnm). Os achados arqueológicos das terras tropicais estão associados a estas duas raças. Plantas pequenas e precoces. Chapalote tem espigas medianas, número de fileiras mediano (12), grãos redondos de coloração característica marrom e está distribuído ao redor dos 1000 msnm. Enquanto Nal—tel possui espigas pequenas, com aproximadamente 11 fileiras, grãos redondos muito pequenos e sua distribuição acontece ao redor do 100 msnm, na península Yucateca.

(LAZOS; CHAUVET, 2012; SÁNCHEZ, 2011; WELLHAUSEN et al., 1951)

3. Pira Laranja de Colombia: raça de plantas altas e tardias. Espigas delgadas medias e compridas. Grãos redondos do tipo pipoca e de cor alaranjada. Conhecido como o progenitor dos milhos tropicais com endosperma duro de cor alaranjada. Com distribuição entre os 900 e 100 msnm. (ROBERTS et al., 1957)

4. Confite Morocho del Peru: Raça primitiva do milho peruano, de plantas pequenas, precoces com espigas cônicas, pequenas de 8 fileiras e grãos pontudos em menor proporção redondos. Distribuído entre os 2500 e 3000 msnm. Considerado o primeiro milho domesticado nos Andes e o progenitor dos milhos de oito fileiras. (GROBMAN et al., 1961)

5. Chulpi de Peru: Uma das raças de introduções pré-colombianas. Plantas altas, tardias, com espigas pequenas, muito arredondadas, com aproximadamente 18 fileiras irregulares, grãos compridos parcial ou completamente enrugados, caraterísticos do tipo doce. Progenitor do milho doce e relacionado as formas farináceas de espigas globulares (GROBMAN et al., 1961).

6. Kculli, milho roxo-preto Peruano: Raça primitiva peruana de plantas pequenas, precoces, espigas arredondadas e pequenas de 12 fileiras irregulares. Grãos principalmente pontudos em menor proporção redondos com endosperma farináceo de característica coloração roxa. É o progenitor das raças com complexos de pericarpos e aleuronas coloridas. (GROBMAN et al., 1961)

Das quase 300 raças de milho descritas até 1958, 256 delas se encontravam no continente Americano e 30% delas apresentavam endosperma duro (BRIEGER et al., 1958). Segundo informações da CONABIO do México, atualmente, algumas das raças de milho pipoca, como Palomero Toluquenho e Palomero de Jalisco, são populações cada vez mais escassas e difíceis de se encontrar no campo e, por esta razão, são consideradas em perigo de extinção (BEDOYA et al., 2017; LAZOS; CHAUVET, 2012).

No Equador, segundo Tapia (2015), a raça de milho pipoca chamada “Canguil” do tipo pipoca, encontra-se também em perigo de erosão. Há uma diminuição expressiva no cultivo desta raça e em algumas regiões já desapareceu (TAPIA, 2015). Por enquanto, nos levantamentos dos anos 2012-2015, na Colômbia, o panorama é similar para algumas raças de milho pipoca. Nas colheitas dos últimos anos, as raças Pira, Pollo, Chocito e Pira Laranja estão diagnosticadas em perigo

de desaparecimento, em função dos poucos exemplares encontrados no campo (CAETANO et al., 2016; MAIGUAL JUAJIBIOY, 2014).

Estudos sobre a evolução de milho pipoca nos EUA por Santacruz-Varela et al. (2004) mostraram que a raça Palomero-Toluqueño apresenta uma forte relação com raças de grãos pontiagudos, tanto da América Latina quanto dos EUA (SANTACRUZ-VARELA et al., 2004). Este é o caso da raça argentina Pisingallo, encontrada na província de Missiões, na Argentina, região de fronteira com o oeste catarinense (BRACCO et al., 2012).

Os trabalhos de classificação das raças de milho no Brasil foram realizados por Brieger et al. (1958) e Paterniani and Goodman (1977), os quais reportaram que entre as etnias indígenas que habitavam/habitam as terras baixas da América do Sul, aparentemente apenas os Guaranis plantavam e consumiam duas raças de milho pipoca: Avati' Pichinga' de grãos pontudos ou de tipo “dente de alho” e Avati' Pichinga' Ihu' de grãos redondos. O povo Guarani distribuiu-se desde o Sul do Brasil, uma parte da Argentina, terras baixas da Bolívia e quase todo o território do Paraguai (BRIEGER et al., 1958; PATERNIANI; GOODMAN, 1977).

Em estudos mais recentes da diversidade de milho pipoca realizados no Brasil, foram reportadas no mínimo cinco novas raças de milho pipoca, no Extremo Oeste de Santa Catarina (SILVA; VIDAL; OGLIARI, 2017). O trabalho de identificação de raças de milho pipoca das populações conservadas por agricultores *in situ on farm* e a verificação das relações com outras raças de pipoca do continente Americano mostraram a presença de três grupos novos não agrupados com outras raças das Américas, sendo um deles representado por uma única população isolada (SILVA; VIDAL; OGLIARI, 2017), atualmente extinta.

Ainda hoje, raças de grãos pontiagudos são amplamente utilizadas e conservadas por agricultores da região Extremo Oeste de Santa Catarina (COSTA; SILVA; OGLIARI, 2016; SILVA; VIDAL; OGLIARI, 2017). O grão pontudo, por ser altamente associado a capacidade de expandir, popularmente é um indicativo de quando uma variedade de milho pipoca está livre de contaminação por pólen de milhos comuns e, por isso, apresenta maior facilidade de seleção e conservação.

Importância do Milho pipoca

O milho pipoca é um tipo especial de milho pertencente à espécie botânica *Zea mays* var. *microsperma* (Koern) Asch. et. Graebn.

O milho pipoca apresenta-se como um tipo de milho especial por sua capacidade de expandir, em função da rigidez do pericarpo (ZIEGLER & ASHMAN, 1994). Sua capacidade de formar pipoca é uma característica básica que diferencia o milho pipoca de outros milhos, fazendo com que o mesmo seja muito apreciado pela maciez e sabor (ZINSLY; MACHADO, 1978).

A capacidade de estourar está associada à presença de óleo e umidade no grão de formato duro e pequeno, que quando aquecidos exercem forte pressão sobre o pericarpo, cujo rompimento expõe o endosperma (ZINSLY; MACHADO, 1978; HOSENEY et al., 1983). A capacidade de expansão do milho pipoca está relacionada a fatores genéticos, condições de produção, colheita, processamento, métodos de secagem, temperatura do pipocador, condições do pericarpo e endosperma, densidade de plantas, tamanho, formato e, principalmente, umidade dos grãos (HOSENEY; ZELEZNAK; ABDELRAHMAN, 1983; MIRANDA et al., 2008).

Quanto a sua composição morfológica, o grão de milho pipoca tem pericarpo (casca dura externa), germe (fração rica em lipídios) e endosperma (rico em amido). Neste grão são encontrados carboidratos, proteínas, fibras e vitaminas do complexo B. Possui bom potencial calórico, sendo constituído de elevadas quantidades de açúcares e gorduras. O milho contém vários sais minerais como ferro, fósforo, potássio e zinco. No entanto, é rico em ácido fítico, que dificulta a absorção dos mesmos (SAWAZAKI, 1985).

Os grãos das cultivares de milho pipoca disponíveis, em 1997, no mercado brasileiro apresentaram, em média, 10,4 % de proteína, 3,9% de gorduras, 56,5% de carboidratos e 22,9% de fibra, com valor energético de 302,9 kcal/100gramas (SAWAZAKI, 2010). Estas características mudam entre as distintas variedades de milho, sendo pouco exploradas no caso das variedades crioulas.

Pipoca tem sido um “snack” favorito para o consumidor norte americano e sua popularidade tem aumentado em outras regiões do mundo (REYNOLDS et al., 2005). Estima-se que os norte-americanos consomem 600 milhões de kilogramos de pipoca a cada ano (MISHRA; JOSHI; PANDA, 2014; REYNOLDS et al., 2005). Cerca de 70% é comprado em lojas tanto cru como já estourado para o consumo doméstico. O restante é consumido em diferentes centros recreativos, cinemas, estádios, entre outros (REYNOLDS et al., 2005)

Por ser um grão integral (inteiro) e ter um aporte importante de fibras, está incluído na lista dos alimentos recomendados pelo “Guia Alimentar para os Americanos 2015-2020 (USDA, 2015), desde que não

seja na sua apresentação de pipoca para micro-ondas, devido ao seu elevado valor de gorduras saturadas (GRANDJEAN et al., 2008).

No Brasil, nos últimos anos, tem crescido o consumo de milho pipoca, devido à qualidade nutricional e sensorial deste produto (PARAGINSKI et al., 2016). Durante o processamento, alguns consumidores preferem utilizar óleo vegetal e outros não, sendo que a presença deste pode interferir na qualidade do amido, que é o principal responsável pela expansão que ocorre nos grãos. A utilização de micro-ondas aumenta a cada ano, sendo que poucos relatos existem sobre as alterações que ocorrem nos alimentos durante o processamento neste tipo de equipamento (PARAGINSKI et al., 2017)

O maior produtor de milho pipoca é os Estados Unidos, com cerca de 88 mil hectares, produção anual de 356 mil toneladas e produtividade média de 4 t ha⁻¹ (USDA, 2014). O Brasil, sendo o segundo produtor mundial de milho pipoca, ainda importa dos Estados Unidos e da Argentina, para abastecer o consumo interno (MIRANDA et al., 2011). Embora a importância desta cultura tenha alcançado maior relevância nacional, ainda não existem informações oficiais sobre a cultura, como a área plantada e a produção nacional (GONÇALVES, 2016; MIRANDA et al., 2011; SAWAZAKI, 2010).

Segundo Sawazaki (2010), as principais regiões produtoras de milho pipoca no Brasil são regiões onde atuam as grandes empresas empacotadoras de milho pipoca, como é o caso de Nova Prata – RS e Campos Novos do Parecis – MT, que em 2010, foram reconhecidas como as maiores regiões produtoras de milho pipoca do BRASIL. EM 2014, o Sindicato Rural do Campo Novo do Parecis – MT produziu cerca de 300 mil toneladas de milho pipoca, impulsionado pelo alto valor pago pela saca de 60 kg (R\$ 34,00).

A variedade mais consumida e plantada de milho pipoca no mundo é a variedade North American Yellow Pearl Popcorn, com uma base genética estreita (SAWAZAKI, 2010), enquanto que, no Centro Nacional de Pesquisa de Recursos Genéticos e Biotecnologia (CENARGEN), dos 4.082 acessos de milho (*Zea mays* L.), 134 são apresentados como milho pipoca em seu nome comum. Destes acessos, apenas sete podem ser identificados como originários do Oeste de Santa Catarina e os mesmos foram coletados entre o final da década de 70 e o final de década de 80 (BANCO DE DADOS TIIRFAA).

No Registro Nacional de Cultivares RNC do Brasil, para a safra 2016/2017, estava disponível no mercado de sementes a cultivar RS 20 de milho pipoca, enquanto que, para o milho comum, 315 cultivares estavam disponíveis (PEREIRA FILHO; BORGHI, 2017). No ano

agrícola 2015/2016, as cultivares de pipoca disponível no mercado de sementes foram duas: IAC 125 e RS 20 (CRUZ; PEREIRA FILHO; SIMÃO, 2015). Esses dados evidenciam a dependência das sementes importadas e o desinteresse e a falta de importância dada ao milho pipoca, apesar dos trabalhos de melhoramento desenvolvidos por diferentes instituições ao redor do Brasil.

A pesquisa em melhoramento genético da espécie é desenvolvida com financiamento público por institutos de pesquisa e programas de pós-graduação, como a Universidade Federal de Viçosa - UFV (VIANA et al., 2010), Universidade Estadual de Maringá - UEM (MIRANDA et al., 2012), Instituto Agronômico de Campinas IAC, Universidade Estadual de Londrina - UEL (SCAPIM et al., 2010a; SEIFERT et al., 2006), Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF (FREITAS et al., 2014; RANGEL et al., 2011) e Universidade Federal de Lavras UFLA (EMATNÉ et al., 2012).

Embora no Registro Nacional de Cultivares RNC existam 75 cultivares de milho pipoca, a maior parte são de empresas privadas de alimentos, sendo 12 cultivares do Instituto Agronômico de Campinas (IAC) e duas da Universidade Estadual do Nordeste Fluminense. Algumas variedades de milho pipoca - Zélia da DUPONT BRASIL, BRS Ângela da EMBRAPA e RS 20 de FEPAGRO - aparecem no RNC registradas como milho, o que dificulta a busca de materiais de pipoca disponíveis no registro nacional.

Composição e propriedades químicas do milho pipoca

A composição química do grão de milho comum tem sido muito estudada. Para a composição de milho pipoca, existem poucos estudos diferenciais e outros estudos sobre a composição de pipoca obedece o mesmo comportamento de milho comum, com variações muito influenciadas pela estrutura do grão (BORRAS et al., 2006; SAWAZAKI, 1985) . O grão de milho é constituído por endosperma (85%, p/p), sendo que 70% desta biomassa é amido, embrião (10%, p/p) e pericarpo (5%, p/p) (BORRAS et al., 2006). O pericarpo e a camada de aleurona são responsáveis pela variação da cor dos grãos (ZIEGLER & ASHMAN, 1994).

Quanto a sua composição bioquímica do grão, são encontrados carboidratos, proteínas, fibras e vitaminas do complexo B. Possui bom potencial calórico, sendo constituído de grandes quantidades de açúcares e gorduras. O milho contém vários sais minerais, tais como ferro, fósforo, potássio e zinco. No entanto, é rico em ácido fítico, que

dificulta a absorção dos mesmos (BORRAS et al., 2006; ZIEGLER & ASHMAN, 1994; SAWAZAKI, 1985).

Os grãos das cultivares de milho pipoca disponíveis em 1997 no mercado brasileiro apresentaram, em média, 10,4 % de proteína, 3,9% de gorduras, 56,5% de carboidratos e 22,9% de fibras, com valor energético de 302,9 kcal/100 gramas (SAWAZAKI, 2010). Valores similares foram reportados por Park et al. (2000), em híbridos de milho pipoca nos Estados Unidos. Estas características mudam entre as distintas variedades de milho, sendo pouco exploradas no caso das variedades crioulas.

Em estudo de híbridos de milho pipoca, foi encontrado menor teor de gordura bruta e de açúcar, maior relação amilose-amilopectina e maiores níveis de ácidos linoleico e linolênico do que o amido de milho normal (PARK et al., 2000). No mesmo sentido, Borrás et al. (2006) encontraram na composição do amido do milho pipoca, maiores porcentagens de amilose e menores teores de amilopectina, em comparação com o milho comum. Também foi reportada a correlação positiva entre o conteúdo de α -Zéínas e gluteína e a capacidade de expansão.

Os métodos aplicados para o análises da composição de milho pipoca de forma geral, são os métodos de referência amplamente aceitos para avaliação química de cereais: humidade da amostra, propriedades físicas do grão intacto, conteúdo de gordura total, composição dos ácidos graxos, conteúdo de proteína total, conteúdo de açúcares redutores, conteúdo de amido e relação amilose/amilopectina, são alguns exemplos (BORRAS et al., 2006; PARAGINSKI, 2014; PARK et al., 2000).

Outras análises convencionais e métodos de detecção de qualidade, também amplamente usados, são a cromatografia líquida de alta precisão (HPLC) e a cromatografia em camada fina. Todos estes métodos de análise são destrutivos, dispendiosos em função do tempo, e trabalhosos. Porém, em anos mais recentes, têm sido desenvolvidas sofisticadas técnicas de análises rápidas e não destrutivas, como a visão computadorizada, a espectroscopia de infravermelho (Visível, Raman e próximo), ressonância nuclear magnética e as imagens espectrais. Essas técnicas têm sido aplicadas com sucesso e acurácia na avaliação de qualidade e composição de alimentos, incluindo cereais (SU; HE; SUN, 2017).

NIR (Near Infrared Spectroscopy): Espectroscopia de Infravermelho Próximo

A região do infravermelho próximo faz parte do espectro eletromagnético e compreende o intervalo entre os 800 e os 2500 nm, para leituras em comprimentos de onda, equivalente a 4000 - 12500 cm^{-1} para leituras em números de onda (KAWATA et al., 2002; OSBORNE, 2000). Esta técnica baseia-se na vibração que os átomos de uma amostra produzem como reação ao contato com a radiação infravermelha, detectando assim radiação que é absorvida pelas ligações moleculares, dependendo da composição da amostra (OSBORNE, 2000; SUN, 2009).

Diversas amostras sólidas, gasosas ou líquidas podem absorvem luz infravermelha em comprimentos de onda específicos, resultando na “impressão digital” ou espectro da amostra. Os espectros de radiação NIR compreendem bandas largas resultantes de absorções sobrepostas que resultam, principalmente, de sobretons e combinações de modos vibracionais das ligações químicas C-H, O-H e N-H (Figura 1) (OSBORNE, 2000)

A espectroscopia de Infravermelho próximo detecta a presença de múltiplos constituintes em qualquer matriz, com níveis de acurácia e precisão comparáveis aos métodos analíticos convencionais de referência (HUCK, 2015). É uma técnica utilizada na identificação de grupos funcionais (KAWATA et al., 2002; SUN, 2009). Além disso, as análises de NIR não requerem preparação da amostra, ou a manipulação de reagentes poluentes e perigosos, o que faz da técnica uma contribuição importante no campo da química sustentável (HUCK, 2015; KAWATA et al., 2002; OSBORNE, 2000).

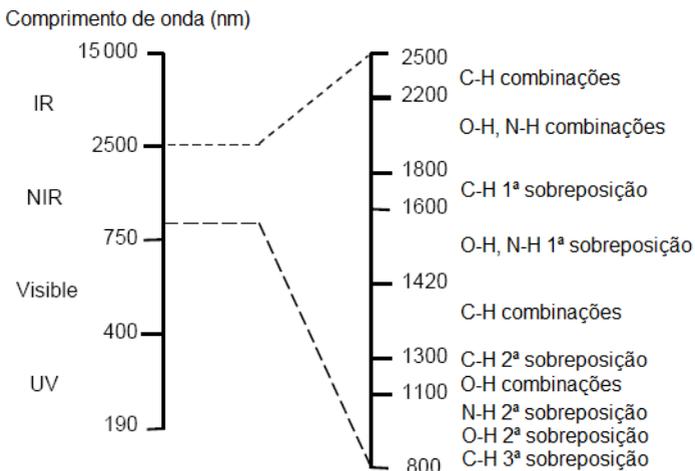
O espectro de absorbância resultante contém uma grande quantidade de informação derivada da amostra, sendo usualmente complexo, mesmo para amostras simples. Consequentemente, os espectros de NIR, para além da análise visual e interpretação, são usualmente submetidos a análises quimiométricas para otimizar a extração da informação latente. As técnicas quimiométricas são aplicadas em quaisquer análises onde as relações entre os espectros e alguns atributos de interesse não são evidentes ou para análises com propósito de identificação (OSBORNE, 2000; WHITFIELD; CHINN, 2017).

A NIR é cada vez mais utilizada pela indústria farmacêutica, de alimentos, nas aplicações e no diagnóstico biomédico, na análises de matérias e processos, monitoramento do controle de qualidade, entre

outros (HELL et al., 2016; HUCK, 2015; KAWATA et al., 2002). Na indústria de alimentos, por exemplo, a técnica é amplamente utilizada para a determinação da qualidade de: cereais e seus derivados; oleaginosas; óleos e azeites; especiarias; frutas; vegetais; bebidas entre outros produtos (BRENNA; BERARDO, 2004; DEÁK et al., 2015; DINIZ et al., 2014; REDAELLI; ALFIERI; CABASSI, 2016; VITALE et al., 2013; WINKLER-MOSER et al., 2015).

Como já foi mencionado, os espectros NIR fornecem diversas informações tanto químicas quanto físicas da composição da amostra, as quais podem ter aplicação qualitativa, mas também quantitativa. A aplicação qualitativa é vista como um *fingerprint* da amostra e tem por base o processamento de todo o espectro, permitindo o agrupamento de amostras semelhantes e, conseqüentemente, a identificação de amostras distintas (AENUGU et al., 2011; KAWATA et al., 2002).

Figura 1: Principais bandas de absorção no espectro de infravermelho próximo. (OSBORNE, 2000)



No caso da aplicação quantitativa, são necessárias técnicas quimiométricas para a construção dos modelos de calibração. Estas técnicas permitem, por análise multivariada, relacionar os dados obtidos em cada espectro com os valores de referência de cada parâmetro (OSBORNE, 2000; WHITFIELD; CHINN, 2017).

De modo geral, a quimiometria utiliza técnicas de análise estatística multivariada para resolução de diversos tipos de problemas, tais como:

- Determinação da concentração de compostos a partir de misturas complexas (incluindo dados de infravermelho);
- Classificação da origem de amostras (analíticos ou espectroscópicos);
- Predição de propriedades ou atividades de compostos químicos (dados de estrutura química);
- Reconhecimento de ausência e presença de subestruturas a partir da estrutura química de um composto orgânico desconhecido;
- Avaliação do estado de um processo na tecnologia química.

As reações (bio)químicas e processos biológicos são multivariados por natureza e, por conseguinte, uma análise adequada destes requer que muitas variáveis sejam consideradas, propiciando o aumento de qualidade na análise de dados, embora seja preciso o uso de uma quantidade expressiva destes (VARMUZA; FILMOSER, 2008).

De forma geral, a análise multivariada divide-se entre métodos não supervisionados (análises exploratória de dados) e supervisionados. Os métodos estatísticos não supervisionados tem como alvo a identificação dentro de um conjunto de dados (matriz- X), grupos de objetos similares (análises de agrupamento), objetos anômalos (outliers) e também buscar variáveis correlacionadas. O método mais importante, neste sentido, é o Análises de Componentes Principais (PCA), o qual permite uma inspeção visual dos objetos ou variáveis; outros métodos são: análises de cluster (dendograma) e mapa Kohonen (VARMUZA; FILMOSER, 2008).

No caso da análise supervisionada, além da matriz- X , existe um atributo adicional y , que se refere geralmente a características importantes sobre os objetos, mas muitas vezes não podem ser determinados diretamente ou apenas com alto custo. Por outro lado, os dados- x são frequentemente facilmente disponíveis. Um exemplo de atributo y pode ser um número contínuo, como a concentração de um composto, ou uma propriedade química, física, biológica, e também pode ser um número discreto que codifica uma associação de classe dos objetos.

Este é o princípio da calibração multivariada, onde se desenvolvem modelos matemáticos preditivos do y de valor contínuo a partir de $x_1 \dots x_m$. Como exemplo, a análise quantitativa de compostos em misturas complexas, sem isolamento dos compostos interessantes e frequentemente usando dados de infravermelho próximo. Estes métodos são utilizados para determinar a origem das amostras (com base em dados analíticos químicos) ou para o reconhecimento de uma classe de estrutura química de compostos orgânicos (com base em dados espectroscópicos) (VARMUZA; FILMOSER, 2008).

Alguns dos métodos de maior aplicação nos dados NIR: regressão de mínimos quadrados parciais (PLS) e regressão de componentes principais (PCR) para calibração, análise discriminante linear (LDA), k -vizinhos mais próximos (k - NN) para classificação e redes neurais artificiais (RNA) como abordagem não linear de dados (VARMUZA; FILMOSER, 2008).

Extremo Oeste de Santa Catarina (EOSC)

O EOSC é uma região de intensa tradição agrícola familiar, com uma especial riqueza de variedades crioulas de milho e outras culturas (CANCI, 2006; MURACA, 2015; OGLIARI et al., 2007; OGLIARI et al. 2013; OSÓRIO, 2015; SILVA; OGLIARI, 2015; SOUZA, 2015). O município de Anchieta foi reconhecido no ano 1999

como a Capital do Milho Crioulo. Este título ajudou a visibilizar a eficiência das diversas ações promovidas pelos agricultores, junto ao Sindicato dos Trabalhadores na Agricultura Familiar de Anchieta (Sintraf/Anchieta) e com o apoio da Prefeitura Municipal de algumas ONGs, para o resgate e conservação da diversidade agrícola na região (OLIVEIRA et al., 2006).

As estratégias de organização comunitária (mobilização, sensibilização, educação, formação complementar para os agricultores etc) surgiram como uma resposta aos efeitos da aplicação do modelo agroindustrial na região. As instabilidades dos preços, a dependência dos insumos e a erosão cultural foram questões que permitiram aos pequenos agricultores se manifestarem promovendo a recuperação, uso e conservação da agrobiodiversidade, assim como a produção agroecológica (CANCI, 2006; MURACA, 2015).

Esta posição crítica dos agricultores e seu poder organizativo continua sendo uma grande fortaleza do município. A eficiência da defesa dos recursos da região está na habilidade natural e apropriação dos agricultores e agricultoras no manejo da diversidade e da paisagem (CORREIA et al., 2013). As ações das organizações tiveram sucesso porque sempre na região tiveram algumas pessoas que nunca deixaram de plantar suas próprias variedades. Mesmo nas dificuldades da pressão das cultivares modernas, alguns agricultores tinham a semente; as sementes físicas e os conhecimentos associados ao seu uso (CANCI, 2006; Ogliari & Alves 2007).

Este primórdio da conservação dos recursos foi mantido por motivações culturais expressas nas tradições gastronômicas, como mostraram vários trabalhos (CANCI, 2006; COSTA, 2013; OGLIARI, 2013; COSTA; SILVA; OGLIARI, 2016; MURACA, 2015; OSÓRIO, 2015; SILVA; VIDAL; OGLIARI, 2017; VOGT, 2005). No caso do milho comum, 85% destinam-se à alimentação da família, alimentação animal e ao consumo de milho verde e 15% destinam-se à venda de sementes, doação ou troca, venda de grãos, artesanato e outros usos. Para milho pipoca, 80% é exclusivamente para alimentação da família (COSTA; SILVA; OGLIARI, 2016). Há uma notória valorização gastronômica das variedades crioulas de milho, por suas qualidades específicas e versatilidades, para farinha, para elaboração de canjica, polenta, pamonha e para consumo como milho verde (COSTA, 2013; SOUZA, 2015).

A força da cultura e o valor afetivo pelas tradições, fazem desta região um reservatório especial da diversidade agrícola e cultural (MURACA, 2015; VOGT, 2005). O uso na cotidianidade dos alimentos

e outras matérias primas derivadas dos agroecossistemas é a maior ferramenta de proteção. Existe uma dependência nos dois sentidos: pessoas-plantas atualmente sustentadas pelo amor e prazer dos agricultores em manter seus costumes e cultivar suas variedades (CANCI, 2006; SILVA; OGLIARI, 2015).

Aliás, um dos maiores riscos que existe ao redor desta riqueza é que todos estes conhecimentos, saberes e sementes estão resguardados pela população mais velha. Dos diversos trabalhos de pesquisa no EOSC (CANCI, 2006; SILVA, 2015; VIDAL ANDRÉ, 2016), todos expõem o envelhecimento da população rural da região. 41% das razões de perda das variedades crioulas de milho pipoca entre 2011 e 2013 no município de Anchieta foi que as agricultoras deixaram de plantar ou migraram para a cidade (SILVA, 2015).

A idade média avançada dos mantenedores de variedades crioulas é de 52,56 anos (OSÓRIO, 2015; SOUZA, 2015), e há pouca ou nula presença dos jovens nas atividades das propriedades rurais. O envelhecimento associado à falta de sucessão é o maior desafio que vive atualmente a agricultura familiar. Há falta de incentivo para os jovens se projetarem com sucesso na área rural, além das mudanças culturais que prometem uma vida de conforto e prosperidade nas cidades.

A vocação e destreza do manejo da agrobiodiversidade é um processo de formação acumulado por gerações e que, até agora, foi passado praticamente oralmente (OLIVEIRA et al., 2006; TOLEDO; BARRERA-BASSOLS, 2009). A família é o centro de prática e teoria de todos os saberes associados ao uso e conservação. Existe uma grande complexidade associada na sucessão, de um lado está como os agricultores fazem designação de um sucessor ou sucessora na propriedade. E por outro lado, a decisão dos filhos de permanecerem ou não na agricultura (MATTE; MACHADO, 2016)

Segundo o estudo do Matte e Machado (2016), que recopilou pesquisas na área da sucessão na agricultura familiar, no Sul do Brasil, expõe que dentro de alguns dos motivos que dificultam a sucessão estão: a dificuldade em obtenção de terra, baixa renda, ausência de incentivo e estímulo dos pais, falta de lazer no meio rural e da autonomia na gestão da propriedade, comparação entre os meios urbano e rural, penosidade das atividades produtivas, impossibilidade de constituir novas famílias, desigualdade de gênero, acesso ao estudo e expectativa profissional (MATTE; MACHADO, 2016).

Ainda existe uma certa desvalorização da vida rural e da atividade do agricultor (PÉREZ-MESA, 2013). Nas cidades e no campo, há uma insensibilidade geral sobre a importância da permanência dos

agricultores no campo e da possibilidade de eles terem acesso ao conforto sem terem que abandonar suas propriedades rurais (MATTE; MACHADO, 2016; PÉREZ-MESA, 2013). Também está o fato de os jovens atuais atenderem seus propósitos individuais e não exatamente um propósito familiar ou coletivo; isto acontece igualmente na cidade.

Porém, também há um fenômeno de retorno ao campo, que ainda não tem muito suporte acadêmico, mas sim notícias em diferentes países ao redor do mundo. O retorno ao campo de pessoas provenientes das cidades, especialmente jovens na procura de melhor qualidade de vida, uma vida mais simples, saudável, recuperar valores das pessoas do campo, ou simplesmente viver uma experiência diferente.

Do mesmo modo, no município de Anchieta, no entendimento desta problemática, estão sendo desenvolvidas ações conjuntas entre as distintas instituições da região e estão sendo disponibilizados espaços para escutar aos jovens, seus desejos e perspectivas. Ao mesmo tempo, impulsionam-se com muita força políticas que desde o turismo começam integrar os diferentes atores da região, como empresários, comerciantes, agricultores, artesãos entre outros. O turismo em Anchieta tem sido promovido por jovens da área periurbana, que saíram para outras cidades em busca de formação em distintas áreas e agora retornaram para a terra onde estão seus pais e avós.

Variedades crioulas de milho pipoca no EOSC

O Núcleo de Estudos em Agrobiodiversidade NEABio da Universidade Federal de Santa Catarina tem ressaltado a importância da agrobiodiversidade da região do Extremo Oeste Catarinense, em diferentes pesquisas. Para o caso de milho, entre o 2011 e 2012, o Projeto Mays, intitulado “Estratégias integradas e participativas de resgate, caracterização, avaliação, produção e conservação da diversidade de variedades locais de *Zea mays* L. do Oeste de SC e Sudoeste do PR”, realizou o primeiro censo de variedades crioulas de milho do Brasil. O projeto permitiu o Diagnóstico da Diversidade de milho, em três municípios (Anchieta, Guaraciaba e Novo Horizonte) do Oeste catarinense. Durante a realização deste Censo, foram identificadas inúmeras variedades crioulas de milho comum, pipoca e doce (COSTA; SILVA; OGLIARI, 2016; SOUZA, 2015). A importante diversidade encontrada, a presença de um parente silvestre do milho e de todos os aspectos socioculturais associados, permitiram indicar a região como um microcentro da diversidade do gênero *Zea* (COSTA et al., 2016).

Os resultados encontrados pelo NEABio, nos municípios de Anchieta e Guaraciaba, destacam uma riqueza ímpar de variedades de

milho pipoca. Em média, uma de cada duas famílias do EOSC, produz milho pipoca crioulo (COSTA; SILVA; OGLIARI, 2016). Na safra 2011/2012, foram identificadas 1.078 (71,25%) variedades crioulas de milho pipoca, em 2.049 famílias de agricultores entrevistadas e 1.688 famílias que cultivavam algum tipo de milho. Entre as variedades crioulas de milho pipoca identificadas na pesquisa, 39% eram de coloração branca, 33,3% amarelas, 12,6% pretas, 8,5% roxas ou vermelhas e 6,4% com cores misturadas (SILVA; VIDAL; OGLIARI, 2017).

Além disso, foram identificadas 1.515 indicações de valores de uso, adaptativos e agronômicos, sendo que a categoria *Gastronômica* apresentou a maior frequência (88%), com indicações relevantes para programas de melhoramento genético de milho pipoca, com destaque à maciez, sabor, crocância, sequinha quando estoura, branca e sem casca grossa quando estoura (COSTA; SILVA; OGLIARI, 2016; SILVA; VIDAL; OGLIARI, 2017). Também aspectos relacionados à capacidade de expansão, como volume e estoura bem, e aos valores agronômicos e adaptativos, como precocidade, prolificidade, produtividade, fácil de debulhar, menor tempo de secagem no campo, amplitude de adaptação a diferentes locais, resistência à caruncho, resistência à doenças e resistência à cruzamentos com o milho (não ‘castiça’). Foram identificados aspectos culturais, em decorrência das tradições familiares e do lazer da família, uma vez que é utilizada como entretenimento em dias de chuva e para oferecer às visitas (COSTA; SILVA; OGLIARI, 2016).

A diversidade de cores observada é um aspecto interessante do ponto de vista nutricional, a ser aprofundado em outros estudos, considerando que 48% das variedades locais de pipoca tinham cor de grão preto, vermelho, roxo, alaranjado ou multicolorido (SILVA; VIDAL; OGLIARI, 2017). O potencial nutricional de variedades locais de milho comum do EOSC vem sendo demonstrado por diversos estudos (KUHNEN et al., 2010b, 2011; UARROTA et al., 2013).

Variedades de grãos coloridos contêm elevados teores de antocianinas, carotenoides e outros compostos antioxidantes (HERNÁNDEZ-QUINTERO et al., 2017; KUHNEN et al., 2011; ŽILÍČ et al., 2012). Entretanto, no Brasil, são poucos os estudos sobre a composição de metabólitos secundários de variedades crioulas de milho pipoca, fato que justifica a importância do presente estudo. Ressalta-se ainda a avaliação nutricional e sensorial realizada de Paraginski et al. (2016), com três variedades provavelmente crioulas do Rio grande do

Sul, que destaca a atividade antioxidante de duas variedades coloridas, uma vermelha e uma amarela.

Existem valores associados à diversidade do milho pipoca, derivados das características genéticas das variedades e do conhecimento tradicional das agriculturas. O dinamismo da conservação e seleção acumulado ao longo dos anos pelas agricultoras, por motivações culturais, gastronômicas e sociais, fornece insumos ao conhecimento do estado atual da agrobiodiversidade da região, e podem oferecer aplicações direitas no campo gastronômico, nutracêutico, farmacêutico, entre outros (SILVA; VIDAL; OGLIARI, 2017).

Indicação Geográfica (IG)

Uma das ferramentas aplicadas em diversos países do mundo, para a resolução ou gestão de muitas das problemáticas sobre o manejo e conservação da agrobiodiversidade, a sucessão rural, a economia solidária e o empoderamento das comunidades, é a indicação geográfica. A indicação geográfica (IG) é uma destas estratégias, que através da agregação de valor de um determinado produto de uma região em particular, dinamiza a economia local, contribuindo com a apropriação das tradições culturais e a conservação do patrimônio bio-cultural da humanidade (JOSHI et al., 2017; TEUBER, 2010; WILKINSON; CERDAN; DORIGON, 2017; WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION (WIPO), 2002).

As Indicações Geográficas são ferramentas coletivas de valorização de produtos tradicionais vinculados a determinados territórios. Elas agregam valor ao produto, permitindo estabelecer um diferencial competitivo frente aos concorrentes e possibilitam a organização produtiva e a promoção turística e cultural da região (LOPES, 2011; NIEDERLE, 2011; WILKINSON; CERDAN; DORIGON, 2017). As Indicações Geográficas projetam uma imagem associada à qualidade, reputação e identidade do produto ou serviço. Assim, o registro pode conferir maior competitividade nos mercados nacional e internacional, melhorando a comercialização dos produtos ou a oferta dos serviços. Além disso, o registro ajuda a evitar o uso indevido por produtores instalados fora da região geográfica demarcada.

O processo de constituição de uma IG é uma construção coletiva, organizacional e institucional inovadora. É um grande desafio que passa por uma negociação de normas e padrões qualitativos, para conseguir elaborar um sistema que especifica todos os aspectos sócio-técnicos, associados ao produto como um todo: a produção, o controle e

o monitoramento. Esta construção, além de recolher a caracterização completa do produto e da região, também orienta as ações coletivas dos atores da IG (WILKINSON; CERDAN; DORIGON, 2017; WIPO, 2002).

Este regulamento vai explicar em detalhe a delimitação de uma área geográfica e a definição de normas de produção, conjugando os aspectos sanitários, as cultivares ou raças permitidas, os padrões sensoriais e organolépticos do produto, os métodos de produção, etc. Conjuntamente, estes elementos conformam um formato específico para um “sistema de indicação geográfica” (NIEDERLE, 2011, p. 97).

No Brasil, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) define as Indicações Geográficas como “indicações que identificam um produto como originário de país, cidade, região ou localidade de seu território, quando determinada qualidade, reputação ou outra característica do produto seja essencialmente atribuída à sua origem geográfica”. As mesmas indicações geográficas também se aplicam a serviços. As Indicações Geográficas estão regulamentadas pela V Lei nº 9.279 de 1996 e estão divididas e em duas modalidades:

- **Indicação de Procedência (IP)** consiste no nome geográfico que se tenha tornado conhecido como centro de extração, produção ou fabricação de determinado produto ou prestação de determinado serviço.

- **Denominação de Origem (DO)** consiste no nome geográfico que designe produto ou serviço, cujas qualidades ou características se devam exclusiva ou essencialmente ao meio geográfico, incluídos fatores naturais e humanos.

No Brasil, existem 53 Indicações Geográficas (IG), das quais nove são Denominações de Origem e 44 de Indicação de Procedência, protegendo diversos produtos e serviços em quase todos os estados do país. Em Santa Catarina, os vinhos dos Vales da Uva Goethe, que abrangem a produção de oito municípios do Sul do Estado – obtiveram o registro de Indicação Geográfica na modalidade Indicação de Procedência (PIMENTEL; VIEIRA, 2015)

Além disso, outras iniciativas em andamento para obtenção da Indicação Geográfica, avançam no estado de Santa Catarina, o qual apresenta cidades, microrregiões, localidades do território catarinense conhecidos como centros de extração, produção e fabricação de determinados produtos com características básicas para a Indicação, alguns exemplos são: é o caso da Banana da Região de Corupá, o Queijo Artesanal Serrano e a Erva-mate da região do Planalto Norte Catarinense. Diversas instituições, em parceria com as associações de

produtores, estão envolvidas nestes processos (PIMENTEL; VIEIRA, 2015).

Neste sentido, ao redor do mundo, há um aumento no interesse pelo consumo de produtos com Indicações Geográficas (vinhos, café, queijos, etc) (DANEZIS et al., 2016) e, em geral, por uma garantia pela qualidade. Conseqüentemente, tem sido criado e padronizado diversos indicadores de qualidade para classificar a produção agrícola e seus derivados. As diversas técnicas analíticas vão desde análises organolépticas convencionais, avaliações nutricionais, cromatografia líquida, entre outros (AENUGU et al., 2011; DANEZIS et al., 2016).

4. JUSTIFICATIVA

O presente estudo foi desenvolvido considerando aspectos de conservação genética e cultural na região do EOSC, o compromisso das organizações do município de Anchieta com a proteção do patrimônio da riqueza de sementes crioulas, bem como a necessidade de estratégias de empoderamento comunitário e economia sustentável como alternativas para as comunidades de permanecerem nos seus territórios com condições socioeconômicas dignas que não prejudiquem suas tradições.

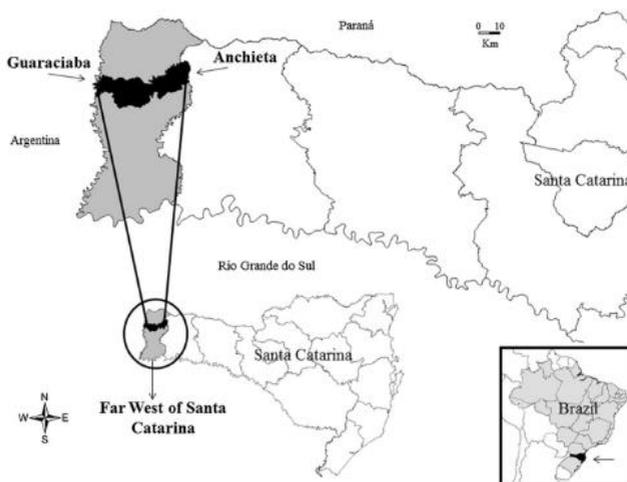
Em decorrência da riqueza de variedades mantidas e conservadas pelo uso, da dinâmica evolutiva diante a seleção das agricultoras e da demanda do crescente mercado de produtos diferenciados, a Indicação Geográfica apresenta-se como uma estratégia de proteção das variedades crioulas de milho pipoca e do conhecimento associado. Neste sentido, o objetivo do presente projeto foi identificar se existe algum um perfil químico associado ao ambiente, que permita a orientação de uma Indicações Geográficas por denominação de origem no município de Anchieta para as variedades crioulas de milho pipoca.

5. MATERIAL E MÉTODOS

Seleção dos materiais

As variedades crioulas de milho pipoca utilizadas no presente estudo foram doadas pelas agricultoras dos municípios de Anchieta e Guaraciaba (Figura 2), no mês de agosto 2016. Foram selecionados materiais representativos dos(as) grupos/raças classificados(as) por Silva et al. (2017).

Figura 2: Localização dos municípios de Anchieta e Guaraciaba, na mesorregião Extremo Oeste do estado de Santa Catarina. Local de procedência das variedades crioulas de milho pipoca utilizadas no presente estudo (COSTA et. al., 2016)



Na safra 2016/2017, as variedades de pipoca foram multiplicadas em duas áreas experimentais (Figura 3), sendo uma em Florianópolis (FLN), no Litoral de Santa Catarina, e outra em Anchieta (ANC), na mesorregião Extremo Oeste catarinense. A semeadura em FLN ocorreu em 16 de setembro de 2016, enquanto que em ANC ela ocorreu em 18 de outubro de 2016 do mesmo ano.

Em Florianópolis, o experimento foi implantado na Fazenda da Ressacada da UFSC, localizado na latitude 27,41 °S e longitude 48,32° O. Nesse local, a temperatura média anual é de 24,0°C, em estação seca, verão quente e precipitação anual normal variando de 1270 a 1600 mm e altitude de 3 m. O clima é classificado como mesotérmico úmido (CfaKöppen) e o solo da área experimental é classificado como neossolo quartzarênico hidromórfico típico (EMBRAPA, 2006), de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos.

Tabela 1. Variedades crioulas de milho pipoca do Extremo Oeste de Santa Catarina avaliadas, na safra 2016/2017, em Florianópolis e Anchieta, Santa Catarina.

Variedades	Município¹	Tempo na propriedade (Anos)	Tempo na família (Anos)	Raça²	Cor e forma de grãos³	Local de plantio⁴
2423A	Anchieta	20	20	I	Predominantemente	ANC e FLN
2489E	Anchieta	38	100		púrpura e pontiagudo	FLN
2566A	Anchieta		SD	II	Predominantemente laranja e redondos	ANC
2093A	Anchieta	5	15	III	Predominantemente	ANC e FLN
2321A	Anchieta	40	100		preta e redondos	ANC e FLN
2489D	Anchieta	38	100			ANC e FLN
574A	Guaraciaba	8	8	IV	Predominantemente	ANC e FLN
977A	Guaraciaba	37	37		brancos e pontiagudos	ANC e FLN
880A	Guaraciaba	10	10		s	FLN
2479X	Anchieta		SD*	V	Predominantemente vermelhos e redondos	FLN

¹Procedência; ² Raça da qual pertence a variedade (SILVA; VIDAL & OGLIARI, 2017); ³Características morfológicas descritas por Silva; Vidal e Ogliari (2017); ⁴localidade de multiplicação experimental. SD: sem diagnostico

A segunda área localiza-se a 745 km da capital Florianópolis, em propriedade de uma agricultora do Movimento de Mulheres Camponesas do município de Anchieta (ANC), localizada na latitude 26,59°S e longitude 53,38°O. Essa mesorregião possui clima mesotérmico úmido, temperatura média anual de 17,8 °C, precipitação pluviométrica anual em torno de 1.700 a 2.000 mm e altitude de 740 m e bioma da Mata Atlântica. As características de solo predominantes dessa região se enquadram na classe de Cambissolos, apresentando relevo ondulado e pedregoso (EMBRAPA, 2006).

Figura 3: Localização dos municípios de Anchieta e Florianópolis no mapa político do Estado de Santa Catarina. Locais de multiplicação das variedades crioulas de milho pipoca, avaliadas no presente estudo.



A adubação mineral foi realizada de acordo com as recomendações do Manual de Adubação e Calagem para o Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CQFS, 2004), com base no laudo de análise de solos, sendo adicionado N, P e K, por meio de fertilizantes químicos, em Florianópolis, e fertilizante orgânico produzido na própria propriedade, em Anchieta.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com três repetições. A unidade experimental foi constituída por duas fileiras de 4,0 metros de comprimento, espaçadas 1,0 metro entre fileiras. Após o desbaste, o estande definitivo foi de 5 plantas por metro linear, totalizando uma densidade de 50.000 plantas por hectare.

Para evitar o cruzamento entre as variedades e garantir a pureza genéticas dos materiais, foi realizada a polinização manual das espigas de todos os tratamentos (figura 4). Os grãos das espigas polinizadas foram colhidos na fase de maturação fisiológica e secos em estufa de

ventilação forçada a 30 °C, por aproximadamente dois dias, até atingirem 13% de umidade. Após a secagem, cada parcela foi constituída por uma mistura equitativa de grãos de cada cruzamento. Uma amostra de 200 gramas de cada parcela foi acondicionada em sacos plásticos à -20 °C até o momento da moagem das amostras.

Figura 4: Polinização assistida de variedades crioulas de milho pipoca nos municípios de Anchieta e Florianópolis. Safra 2016/2017.



Por motivos de perdas de algumas parcelas, não foram obtidas amostras de algumas variedades, sendo avaliadas sete em Anchieta e nove em Florianópolis, dentre as quais seis foram comuns aos dois locais, a seguir: 2423A, 2093A, 2321A, 2489D, 574A e 977A.

Figura 5: Variedades crioulas de milho pipoca multiplicadas na safra 2016/2017. Superior esquerda a direita 977 A, 2489 E, 2489D e 880 A. Inferior esquerda à direita 2423A, 2321 A e 2479 X.



Preparo das amostras

Cada amostra de 100 gramas de grão foi moída em moinho de cereais (ROMER series II), duas vezes, por dois minutos, para obtenção da farinha fina. Após a moagem, as farinhas foram armazenadas em sacos plásticos e armazenadas à -20°C

Espectroscopia de infravermelho próximo (NIR)

Para as análises por NIR das farinhas de milho pipoca crioulo, foram utilizadas 30 gramas (peso seco) de cada amostra. Os espectros NIR foram coletados no modo de reflexão difusa em espectrômetro FT-NIR (MPA-“Multi Purpose Analyzer”, Bruker Optics GmbH, Ettlingen, Germany), equipado com esfera de integração. O conjunto de amostras consistiu em três* repetições de campo, de cada variedade por local (20 amostras de Anchieta e 24 de Florianópolis). A coleta dos espectros ($n = 5$) considerou 32 varreduras, com resolução de 16 cm^{-1} e na amplitude de $4.000\text{-}12.500\text{ cm}^{-1}$, para um total de 220 espectros (100 de Anchieta e 120 de Florianópolis). Foi coletado um espectro em branco usando o slide de ouro.

Após a coleta, os espectros foram convertidos ao modo de comprimento de onda de $800 - 2.500\text{ nm}$ (ver equação 1), normalizados e, posteriormente, foi minimizado o ruído pela função Savitzky-Golay.

*As variedades Fln2279x, Fln880A, Fln2489D e Anc2566 tiveram duas repetições de campo e 10 espectros, sendo Fln e Anc os

locais dos experimentos (Fln para Florainópolis e Anc para Anchieta) e o código numérico, seguido de uma letra, é a identificação do acesso no Banco de Germoplasma da UFSC.

$$\left[\varpi \left(cm^{-1} \right) = \frac{10^7}{\lambda (nm)} \right] \text{ (Eq.1)}$$

Análises quimiométricas

O pré-tratamento dos dados é fundamental na análise espectroscópica, considerando a complexidade dos espectros NIR. O pré-tratamento tem como objetivo reduzir as eventuais distorções espectrais causadas pelo equipamento, como por exemplo, os ruídos devido à dispersão da luz.

A normalização e a otimização da relação sinal/ruído utilizando o algoritmo de Savitsky Golay são alguns dos métodos mais usados à correção da dispersão da luz, melhorando a qualidade do espectro para sua interpretação (VARMUZA; FILMOSER, 2008). As rotinas de pré-tratamento dos espectros utilizaram o *package* Chemospec, em linguagem R (HANSON, 2017)

Os espectros de NIR foram submetidos a análises quimiométricas com auxílio do programa R (R core team, 2017). Para conhecer a variação no perfil espectrométrico das variedades conduzidas nas diferentes condições climáticas (ANC e FLN), foram utilizadas as análises exploratórias de componentes principais (PCA), usando como medida de similaridade a distância Euclidiana. As análises de agrupamento foram conduzidas pelo método ligação da média aritmética não ponderada entre grupos (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean – UPGMA) e com base na mesma medida de similaridade.

Primeiramente, foi realizada a análise dos dados espectrais para as variedades cultivadas em cada local (nove em FLN e sete em ANC), com o objetivo de identificar os padrões das variedades com relação às raças. Posteriormente, foi feita a análise conjuntamente dos espectros das seis variedades comuns aos dois locais.

6. RESULTADOS

Pré-processamento

As análises visuais dos espectros de NIR (Fig. 2, material suplementar) mostram sinais nas regiões de 1900 nm e 1400 nm e ainda

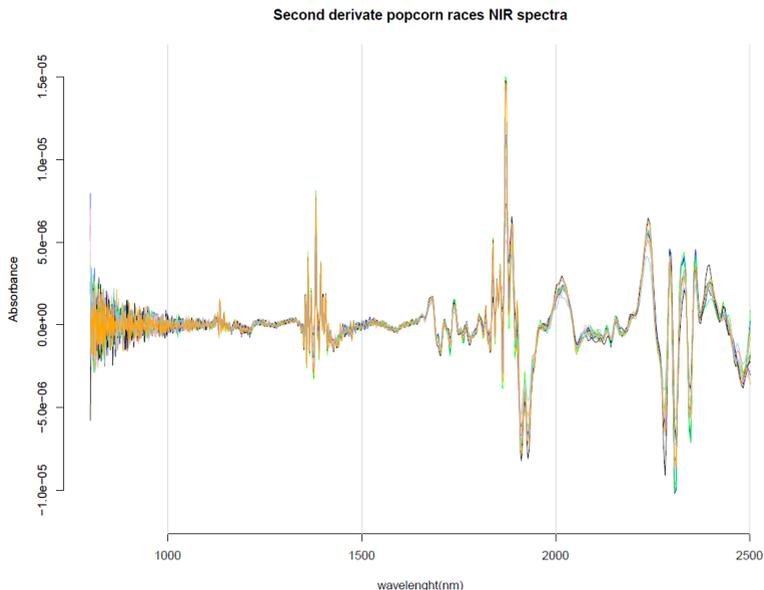
bandas de mais fraca intensidade em 1200 nm e 2300 nm, sem aparentes diferenças entre os genótipos em estudo, exceto quanto a intensidade. Em função disto, a interpretação da absorvância dos sinais considerou a normalização dos espectros, a correção da linha de base e a aplicação da segunda derivada (Fig. 5).

Estimativa da segunda derivada pela função Savitzky-Golay

O cálculo da segunda derivada a partir dos dados espectroscópicos de NIR utilizou algoritmo contendo a função de Savitzky-Golay. Neste método, a derivação numérica de vetores objetiva otimizar a relação sinal/ruído nos espectros, permitindo a extração de informações mais fidedignas das assinaturas químicas presentes nas amostras. Para encontrar a derivada no ponto central i , um polinômio é ajustado em uma janela simétrica dos dados brutos. Ao calcular os parâmetros do polinômio, é possível estimar a derivada de qualquer ordem para cada ponto do espectro (RINNAN; BERG; ENGELSEN, 2009).

O procedimento considera o cálculo da primeira derivada, a qual resulta em melhoria da resolução espectral por remover efeitos aditivos de linha de base dos espectros, os quais evidenciam principalmente os sinais de pouca intensidade. Assim, enfatiza-se a informação associada aos picos, melhorando a resolução dos espectros. No caso da segunda derivada, bandas específicas podem ser estudadas, apesar do ruído espectral ser geralmente acrescido, tendo por isso que ser aplicada em regiões espectrais muito restritas (OSBORNE, 2000; VARMUZA; FILMOSER, 2008).

Figura 6: Perfis espectroscópicos de NIR de farinhas de milho pipoca crioulo provenientes de Anchieta e Florianópolis, Santa Catarina, após aplicação dos cálculos de primeira e segunda derivadas ao conjunto de dados.



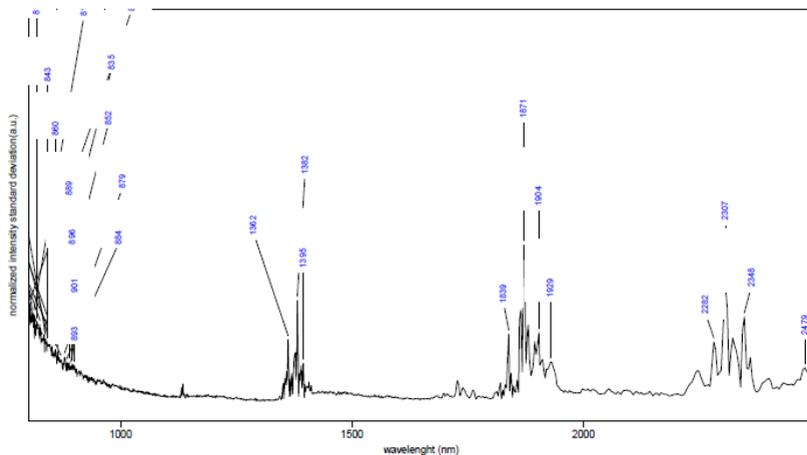
Análises exploratórias e identificação de sinais

A análise exploratória inicial considerou a identificação de bandas nos espectros de NIR a partir da conversão dos dados a objetos hyperspec, com auxílio das funções contidas no pacote hyperChemobridge, escritas em linguagem R.

Análises por local: Anchieta

Os espectros adquiridos das amostras de farinhas de milho pipoca das variedades cultivadas em Anchieta apresentaram 23 sinais totais (figura 7), dos quais, e para efeitos do presente estudo, foram considerados os sinais entre 1000 nm e 250 nm. O sinal de maior intensidade foi 1871 nm; sinais de intensidade intermediária foram 1382 nm, 1362 nm, 1904 nm, 1839 nm e 2307 nm; e os sinais que apresentaram menor intensidade foram 1395 nm, 1929 nm, 2282 nm, 2348 nm e 2479 nm.

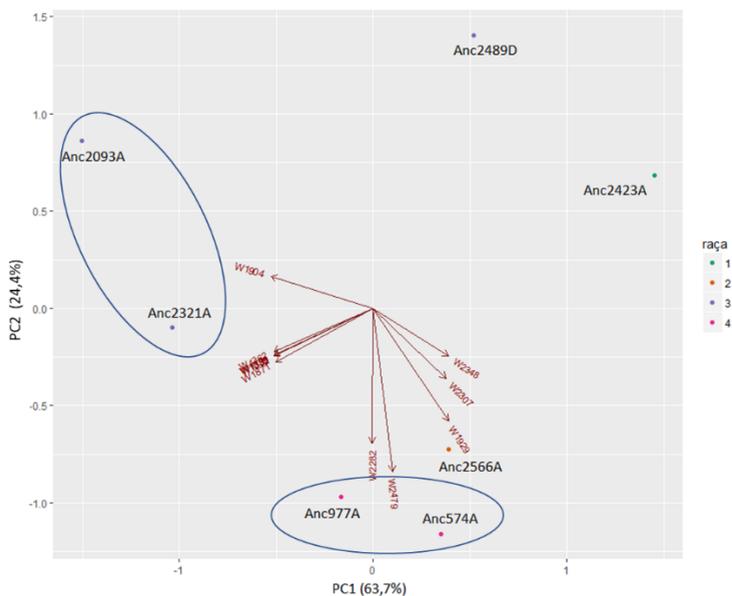
Figura 7: Espectros NIR originais de amostras de milho pipoca crioulo provenientes Anchieta, Estado de Santa Catarina



Procurando um melhor entendimento e possível classificação das variedades estudadas, os espectros foram submetidos à análise de componentes principais (PCA) (figura 8), a partir da qual foram identificando três grupos. As variedades AncC977 e Anc574 pertencentes à raça 4, e a variedade Anc2655A de cor amarela da raça 2 formaram um grupo entre o PC1+, PC1- e PC2. As variedades Anc2321 e Anc2093A da raça 3 também se agruparam. Por sua vez, as variedades Anc2489D (grãos amarelos) da raça 3 e Anc2423A (grãos alaranjados) da raça 1 não se agruparam com as demais, tampouco entre si, ainda que localizadas no mesmo quadrante (PC1+, PC2+).

Os dois primeiros componentes principais explicaram 85% da variação dos dados. O PC1 contribuiu com 63% e o PC2 com 22%. As variáveis (sinais) que contribuíram mais significativamente com a separação das variedades ao longo do eixo PC1 foram 1904 nm, 1362 nm, 1839 nm, 1395 nm, 1382 nm e 1871 nm. No eixo PC2, a variável de maior efeito discriminante foi o sinal em 2479 nm.

Figura 8: Análise de componentes Principais (PCA) baseado na distância Euclidiana de espectros NIR (1000-2500nm) de amostras de milho pipoca crioulo provenientes de Anchieta.

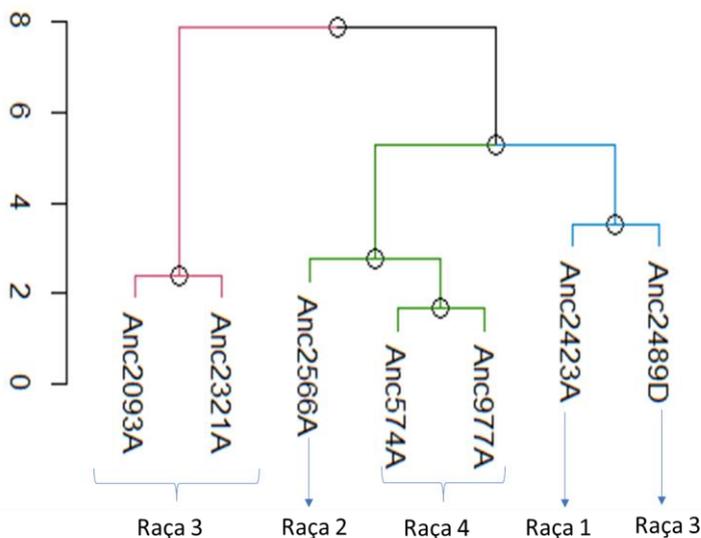


Quando aplicada a análise de cluster (Figura 9) ao conjunto de dados repetiu-se o padrão classificatório observado na PCA. Três grupos foram identificados, a saber: grupo I (variedades Anc2093 e Anc2321, grupo II (variedades Anc574, Anc977 e Anc2566) e grupo III (Anc2489D e Anc2423A). Destaca-se que o grupo II apresentou uma subdivisão, aonde as variedades Anc574A e Anc977A separaram-se da variedade 2566A.

Análises por local: Florianópolis

Os dados espectroscópicos de NIR das amostras de milho pipoca crioulo produzidos em Florianópolis foram submetidas aos mesmos pré-tratamentos descritos anteriormente, permitindo a identificação de dez sinais: 1362 nm, 1382 nm, 1839 nm, 1871 nm, 1904 nm, 1920 nm, 2282 nm, 2307 nm, 2323 nm e 2348 nm (Figura 10). Em comparação com as amostras provenientes de Anchieta, as amostras de Florianópolis não apresentaram o sinal 1929 nm e no lugar apresentaram adicionalmente os sinais 1920 nm e 2323 nm.

Figura 9: Análises de agrupamento pelo método UPGMA do conjunto de dados de espectros de NIR (1000-2500nm) de amostras de milho pipoca crioulo provenientes de Anchieta. Coeficiente de correlação cofenética: 0.844.

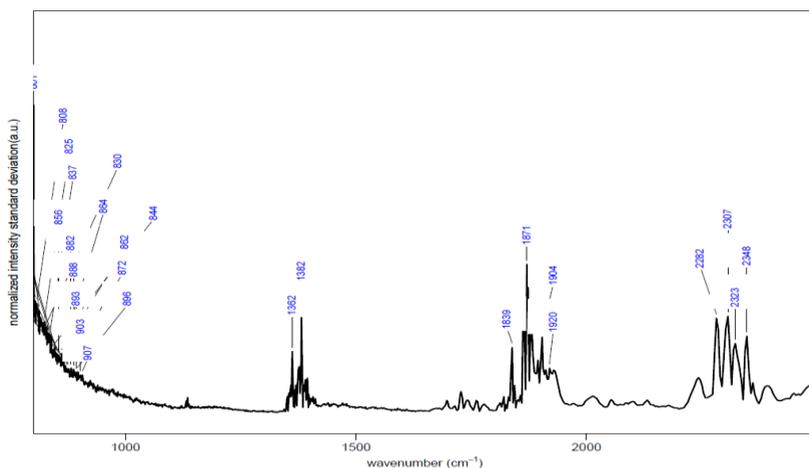


Na análise de componentes principais PCA (Figura 11), a variação total explicada foi de 93%, tendo o primeiro componente uma contribuição de 49.45% e o segundo componente 44.48%. As variáveis que explicaram esta variação, a seguir: no PC1, 1362nm, 1839nm e 1362 nm; e no PC2, 2323 nm, 2348 nm, 2307 nm e 2282 nm.

As variedades Fln2489E, Fln2093A e Fln2279X se agruparam no quadrante PC1- e PC2-, e as variedades Fln977A, Fln574A, Fln880, Fln2423A, Fln2489D e Fln2321A não formaram agrupamento. (Figura 11).

Nas análises de *cluster* (figura 12), as variedades Fln977A, Fln574A, Fln880A e Fln2423A formaram um primeiro grupo, e dentro deste se formaram dois subgrupos, sendo um deles com as variedades Fln977A, Fln574A e o segundo subgrupo com as variedades Fln880A e FLN2423A.

Figura 10: Principais sinais encontrados nos espectros NIR de amostras de milho pipoca crioulo provenientes de Florianópolis Estado de Santa Catarina.



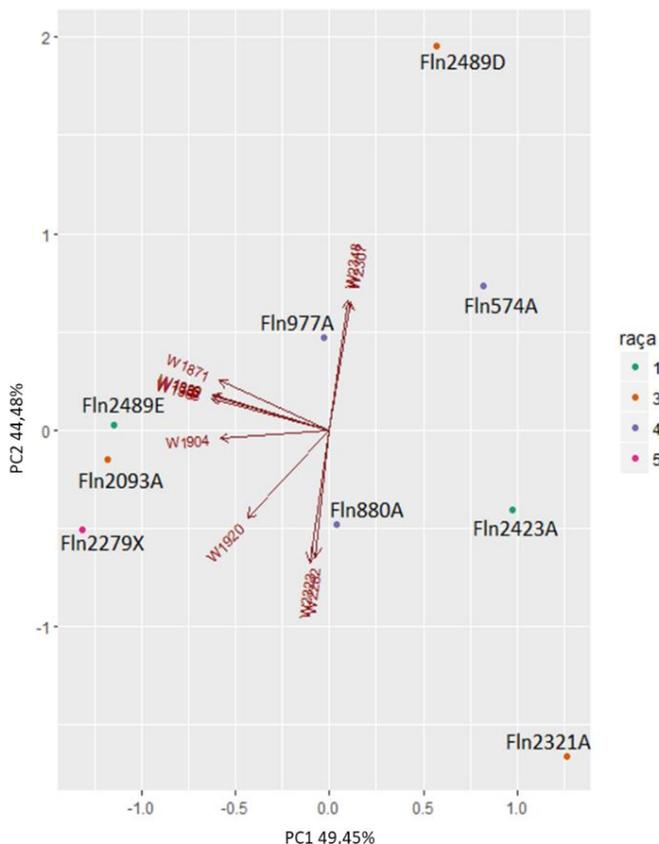
O segundo grupo foi formado pelas variedades FLN2489E, FLN2093A e FLN2279X, tal como também aconteceu no PCA. Estas variedades por sua vez formaram dois subgrupos: um onde estão as variedades FLN2489E e FLN2093A, e um segundo subgrupo com a variedade FLN2279X.

Finalmente as variedades FLN2489D e FLN2321, que no PCA estiveram isoladas formaram cada uma um grupo.

Análises conjunta: dois locais Anchieta e Florianópolis

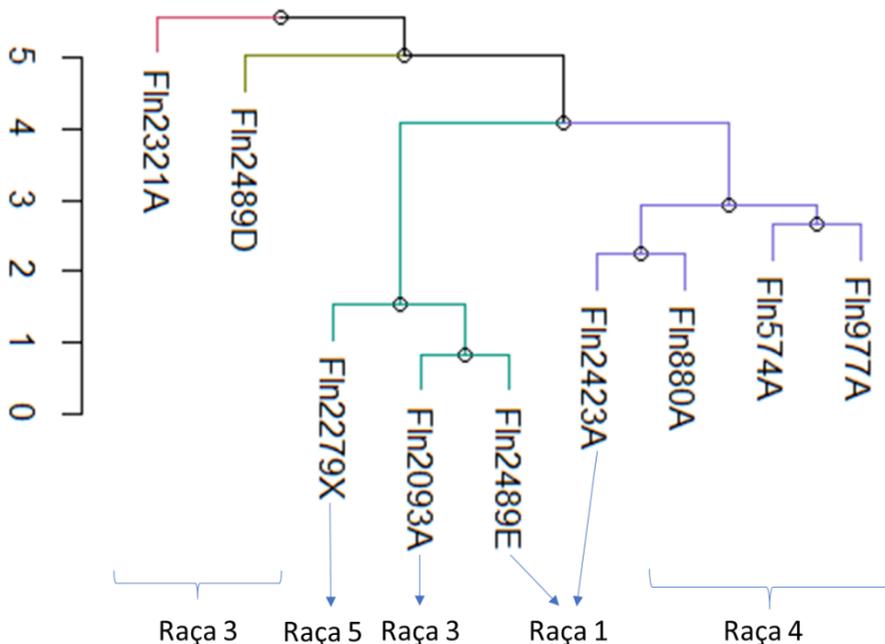
Os sinais comuns entre amostras dos dois locais (Anchieta e Florianópolis) foram constituídos conforme a seguir: o sinal de maior intensidade em todos os espectros foi 1871 nm; sinais de intensidade intermediária foram 1382 nm, 1362 nm, 1904 nm, 1839 nm e 2307 nm e; os sinais que apresentaram menor intensidade foram 1395 nm, 1929 nm, 2282 nm e 2348 nm. Nestes sinais, encontraram-se as principais diferenças entre as amostras de cada local

Figura 11: Análise de componentes Principais (PCA) baseado na distância Euclidiana, de espectros de NIR (1000-2500nm) de amostras de milho pipoca crioulo provenientes de Florianópolis.



Procurando um melhor entendimento e possível classificação das variedades estudadas, os espectros foram submetidos a Análises de Componentes Principais PCA (Figura 13). Observa-se uma separação clara das amostras em dois grupos, consoante aos locais de cultivo das variedades ao longo do eixo do componente principal 1, i.e., Florianópolis (PC1-) e Anchieta (PC1+). Ressalta-se que os dois primeiros componentes (PC1 e PC2) explicaram 93% da variação presente no conjunto de dados (69,34% PC1 e 24,58% PC2).

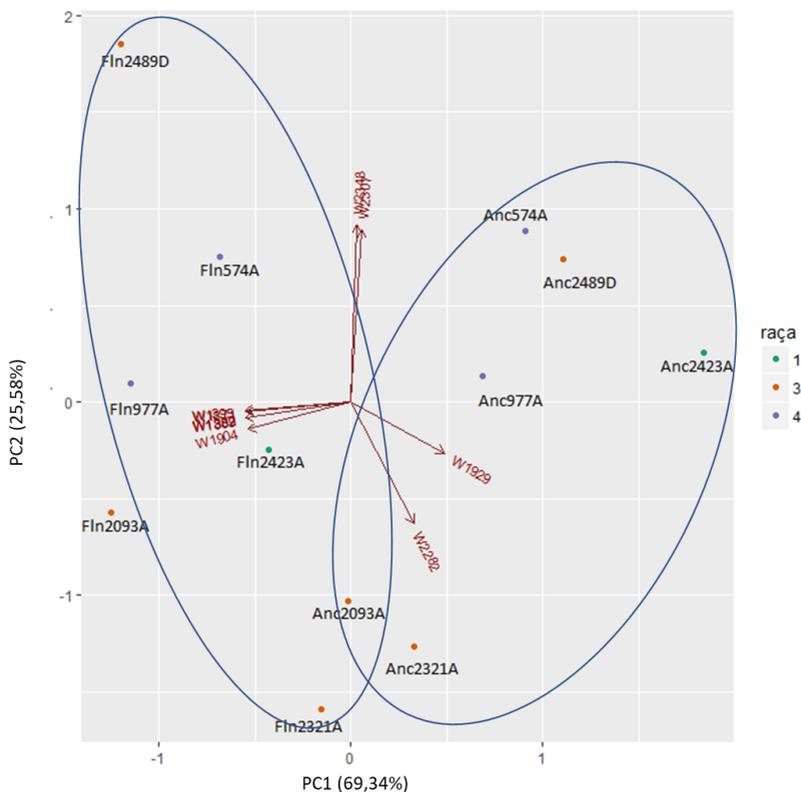
Figura 12: Análises de agrupamento pelo método UPGMA de espectros NIR (1000-2500nm) de amostras de milho pipoca crioulo provenientes de Florianópolis. Coeficiente de correlação cofenética: 0.85.



Quando observamos o agrupamento segundo a classificação por raça (ver tabela 1 material e métodos), vemos que há uma distribuição das variedades nos eixos (PC2+) e (PC2-). As duas variedades da raça 3 (2093A e 2321A) de Anchieta se agruparam com a variedade 2321A de Florianópolis (PC1+ e PC1-); porém, a variedade 2093A da mesma raça e a variedade 2489D, de coloração amarela, mesmo estando classificada como da raça 3, não se agruparam com 2093 e 2321 (PC2+), tanto em Florianópolis quanto em Anchieta.

A variedade Anc2489D da raça 3 se agrupou com Anc574A, variedade de coloração branca da raça 4, e no mesmo quadrante (PC1+ e PC2+), se encontraram as variedades Anc2423A da raça 1 e Anc977 da raça 4. No quadrante oposto (PC1- e PC2+), estão as variedades Fln2489D da raça 3, Fln574A e Fln977A da raça 4.

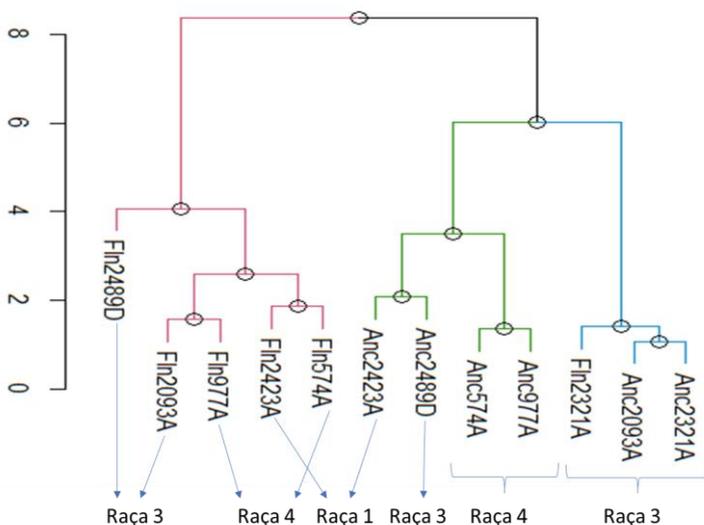
Figura 13: Distribuição fatorial de amostras de farinhas de milhos pipocas crioulas cultivadas nos municípios de Anchieta e Florianópolis, resultante do cálculo dos componentes principais (1 e 2) a partir dos dados espectroscópicos de NIR (1000-2500nm)



A análise dos componentes principais permitiu identificar as contribuições fatoriais associadas à discriminação amostral resultante dos locais de cultivo dos milhos crioulos do tipo pipoca, em Santa Catarina. Assim, os comprimentos de onda responsáveis pela separação das amostras de Anchieta (PC1+) foram 1395 nm, 1839 nm, 1362 nm, 1871 nm, 1382 nm, e 1929 nm, enquanto as bandas em 2348 nm e 2307 nm apresentaram maior efeito à discriminação das amostras oriundas do município de Florianópolis (PC1-). Estes comprimentos de onda correspondem principalmente à região do primeiro sobretom.

Os espectros foram submetidos as análises de agrupamento (*cluster analysis*) pelo método UPGMA (figura 14), resultando em dois grandes grupos, que correspondem às variedades de cada local de cultivo, exceto a variedade Fln2321A, a qual se situou no grupo de Anchieta. O grupo de genótipos de Anchieta, por sua vez, mostrou-se subdividido em dois grupos. O primeiro subgrupo incluiu as variedades da raça 3 (Fln2321A, Anc2093A e Anc2321A), enquanto o segundo grupo continha as variedades Anc2423A, Anc2489D, Anc574A e Anc977A, corroborando o padrão de discriminação observado na análise de componentes principais. Finalmente, o grupo de genótipos associados à região de cultivo litorânea (i.e., Florianópolis), foi constituído pelas variedades Fln2489D, Fln2093A, Fln977A, Fln2413A e Fln574A.

Figura 14: Análises de agrupamento pelo método UPGMA dos dados espectroscópicos de NIR (1000-2500nm) de amostras de milho pipoca crioulo provenientes de duas localidades, i.e., Florianópolis e Anchieta – Estado de Santa Catarina.



*Coeficiente de correlação cofenética: 0.79

6. DISCUSSÃO

Identificação de sinais

Os dez sinais de maior intensidade encontrados entre os 1000 e 2500 nm foram considerados para as presentes análises. As bandas de absorção nos espectros NIR características das farinhas de milho pipoca crioulo ocorreram principalmente: (1) No primeiro sobretom de combinação de vibrações C-H (1362, 1382 e 1395 nm); (2) na região de alongamento de enlaces C=O do segundo sobretom (1839 e 1871 nm); (3) na região de combinação de grupos O-H (1904, 1920 e 1929 nm); (4) na região de combinação de vibrações de O-H e N-H (2282 nm) e; (5) na região de combinação de vibrações C-H + C-H (2307, 2323, 2348 e 2479 nm).

Podem ser feitas algumas relações com outros trabalhos na identificação de sinais no espectro NIR, para a compreensão dos grupos químicos relacionados. É relevante destacar que mesmo NIR sendo uma técnica de alta acurácia, as informações oferecidas por ela devem ser conferidas com os métodos convencionais de referência. Para efeitos do presente trabalho, apresenta-se uma relação dos grupos funcionais associados a os sinais aqui encontrados, reportados em diversos trabalhos científicos disponíveis na literatura (tabela 2).

Sobre os sinais identificados no primeiro sobretom (1362, 1382 e 1395 nm) no presente estudo, alguns autores reportam absorbâncias no primeiro sobretom de combinações associadas a compostos da parede celular. Cozzolino et al. (2008), avaliando o conteúdo de taninos e matéria seca em 620 amostras de cinco variedades de *Vitis vinífera*, observaram sinais entre 1400 e 2350 nm, característicos de taninos condensados (COZZOLINO et al., 2004). Em outro estudo, a espectroscopia de NIR foi utilizada em amostras de mirtilo à calibração dos conteúdos de compostos fenólicos, flavonoides e antocianinas totais, detectando-se como sinais importantes à caracterização destas propriedades nutracêuticas as bandas entre 1379-1397 nm do primeiro sobretom, 1870- 1937 nm na banda de combinação O-H e 2127-2222 nm, banda de combinação C-H (SINELLI et al., 2008).

Também há referências de absorções importantes, características de amostras de milho por espectroscopia de NIR, apresentando bandas no primeiro sobretom. Em trabalho de calibração para o conteúdo de carotenoides em milho, foram observados picos com maior correlação (>0,80) com zeaxantina em 1392 nm, 1720 nm, 1766 e 1898 nm (BRENNER; BERARDO, 2004). As amostras de milho pipoca crioulo analisadas no presente estudo apresentaram um sinal importante em 1395 nm, mostrando diferenças entre as variedades e também entre os locais. Considerando a proximidade com 1392 nm, existe a possibilidade que este sinal também esteja associado a este carotenoide.

A zeaxantina junto com a luteína são os carotenoides mais comuns nos grãos de milho (KUHNNEN et al., 2011; MOROS et al., 2002). Do grupo das xantofilas, cumprem uma função protetora contra a radiação solar. Nos grãos de milho, são encontradas principalmente no endosperma vítreo e no pericarpo. Giordano et al. (2018) reportaram que grãos de milho de maior dureza têm maior conteúdo de xantofilas, enquanto Ryu et al. (2013), em estudo com variedades crioulas de milhos e milho pipoca encontraram maior conteúdo de carotenoides e antocianinas nestes últimos.

Para os sinais na região de alongamento de enlaces C=O do segundo sobretom (1839 e 1871 nm), encontrados nas amostras de milho pipoca crioulo, a banda em 1871 nm tem sido associada à presença de lignina em amostras de biomassas lignocelulósicas. Além disto, especula-se quanto à similaridade dos sinais espectrais de ligninas e taninos, devido à sua composição química similar, i.e., ambos com anéis aromáticos e grupos hidroxila (DAWSON; CURRAN; PLUMMER, 1998). Destaca-se que a banda em 1871 nm foi a de maior intensidade de absorção nos espectros de milhos pipoca em estudo, indicando a presença de um composto relevante na discriminação das amostras e pouco referido na literatura, provavelmente associado à parede celular.

De outra forma, o trabalho de Laurens et al. (2011) descreve bandas com maiores intensidades de absorção na região entre 1600 e 1900 nm, para amostras de óleos, associando-os ao triglicerídeo trilaurina e ao fosfolipídio fosfatidilcolina (LAURENS; WOLFRUM, 2011).

Para os sinais 1904 nm, 1920 nm e 1929 nm, da região de combinação de grupos O-H, foram encontrados diferentes compostos associados a cada um destes sinais. Em estudo de caracterização de café por IR, reportaram o sinal de 1904 nm como um dos picos associados à lipídeos (MARQUETTI et al., 2016). O sinal de 1920 nm está associado ao grupo amida (AENUGU et al., 2011). O sinal de 1929 nm, segundo Aenungu 2011, corresponde ao amido.

Sobre o sinal da região de combinação de vibrações de O-H e N-H (2282 nm), Apruzzese et al. (2000) encontraram regiões de absorvância importantes para amido, ao redor dos 2100 e entre 2280 e 2330 nm, em farinhas de milho amarelo, atribuindo estes dois últimos sinais ao conteúdo de amilopectina.

Tabela 2: correlações da estrutura espectral de variedades crioulas de milho pipoca cultivada na safra 2016/2017 nos municípios de Anchieta e Florianópolis Santa Catarina. Relações tentativas segundo a literatura.

Principais bandas de absorção	Comprimento de onda (nm)	Número de onda (cm-1)	Grupo funcional/ Composto	Referência	Presença do sinal por local
Primeiro sobretudo combinações C-H	1362	7342	compostos fenólicos	(COZZOLINO et al., 2004) (SINELLI et al., 2008)	Anchieta /Florianópolis
	1382	7235			
	1395	7168	zeaxantina	(BRENNNA; BERARDO, 2004)	Anchieta /Florianópolis
Alongamento de enlaces C=O do segundo sobretudo	1839	5437	ácidos graxos	(DAWSON; CURRAN; PLUMMER, 1998)	Anchieta /Florianópolis
	1871	5344	paredes celulares		
Região de combinação de grupos O-H	1904	5252	lipídeos	(LAURENS; WOLFRUM, 2011) (MARQUETT I et al., 2016)	Anchieta /Florianópolis
	1920	5208	amidas	(AENUNGU et al 2011)	Florianópolis
	1929	5184	amido		Anchieta
Região de combinação de vibrações de O-H e N-H	2282	4382	amilopectina	(APRUZZESS E et al 2000)	Anchieta /Florianópolis
Região de combinação de vibrações C-H + C-H	2307	4334	carboidratos	(RIBEIRO et al, 2011)	Anchieta /Florianópolis
	2323	4304	amido	(AENUNGU et al 2011)	Florianópolis
	2348	4258	ácido linolênico	(WU et al., 2009)	Anchieta /Florianópolis
	2479	4033	proteínas	(AENUNGU et al., 2011)	Anchieta

Finalmente, sobre a região de combinação de vibrações C-H e C-H (2307 nm, 2323 nm, 2348 nm e 2479 nm), Ribeiro et al. (2011) identificaram, em amostras de cafés, regiões específicas para a sacarose e outros carboidratos entre 2306–2312 nm. Por sua vez, estudo de caracterização de óleos comestíveis por espectroscopia de NIR utilizou os sinais em 2310 nm, 2347 nm e 2380 nm à construção de modelos de calibração do teor de ácido linolênico (WU et al., 2009). Segundo Aenugu et al. (2011), o sinal de 2323 nm está relacionado ao amido, e 2479 nm está associado a proteínas.

É possível que exista sobreposição de sinais na região próxima aos 1300 nm, entre compostos associados à parede celular e compostos fenólicos, especialmente considerando que na estrutura do milho há uma presença destes compostos. Como já foi assinalado por alguns autores, há uma similitude estrutural entre estes compostos (BOUDET; LAPIERRE; GRIMAPETTENATI, 1995; SOUKUPOVÁ; ROCK; ALBRECHTOVÁ, 2002). A lignina é uma macromolécula composta de derivados de ácido cinâmico com grupos hidroxila, potencialmente similares aos compostos fenólicos e poli fenólicos (BOUDET; LAPIERRE; GRIMAPETTENATI, 1995).

Considerando que o milho pipoca possui um pericarpo altamente compacto e espesso (maior do que 90 µm), particularmente no dorso do grão do que no gérmen (HOSENEY; ZELEZNAK; ABDELRAHMAN, 1983), e nesta camada dura se concentram as fibras cruas, as quais são estruturas altamente ricas em paredes celulares, hemicelulose, celulose e lignina (SWELEY; ROSE; JACKSON, 2013), é provável que existem sinais associados a esse composto nas amostras avaliadas no presente estudo. Existe uma correlação positiva entre a dureza do grão e a capacidade de expansão (HOSENEY; ZELEZNAK; ABDELRAHMAN, 1983; PARK et al., 2000; WU; SCHWARTZBERG, 1992), sendo esse atributo de importância para a discriminação de milhos pipoca de melhor qualidade.

A presença de sinais associados a pigmentos podem ser devido a presença dos carotenoides e/ou antocianinas (MUTLU et al., 2018; ŽILIĆ et al., 2012). Estes pigmentos que conferem a coloração do grão encontram-se principalmente no pericarpo. Aproximadamente 85% dos polifenóis dos grãos de milho encontram-se ligados aos polissacarídeos de parede celular (ADOM & LIU 2002).

Em resumo, encontramos que as amostras de farinhas de milho pipoca crioula do presente estudo, segundo as associações com trabalhos encontrados na literatura e considerando a composição conhecida do milho pipoca, mostraram sinais similares aos associados em outros

trabalhos, aos seguintes grupos funcionais: carotenoides (zeaxantina), lipídeos (ácidos graxos como ácido linolênico) e carboidratos (amido, amilopectina). Aliás, é possível também que existem sinais associadas a compostos fenólicos e compostos das paredes celulares.

Análise por local: Anchieta

A classificação encontrada no agrupamento do PCA e do análises de *cluster* das variedades cultivadas em Anchieta apresenta uma correspondência classificatória das raças III e IV, apresentada por Silva et al. (2017), no estudo de raças crioulas de milho pipoca do EOCS. Não obstante, a variedade 2489D da raça 3 de coloração amarela agrupou-se com a variedade 2423A da raça 1 de coloração alaranjada, as quais, mesmo classificadas em raças diferentes, apresentam similaridades para os atributos de grão (cor) e espiga. É relevante notar que as variedades 2489D e 2423A, que para a classificação em raças considera diversos atributos além da cor, elas foram classificadas como raças distintas por Silva et al. (2017). No entanto, sob a classificação do NIR, elas apresentam similaridades na composição química e na cor.

Os sinais que separam as variedades cultivadas em Anchieta nos respectivos grupos são a seguir: 1904 nm, 1362nm, 1382nm, 1871 nm e 2479 nm. O sinal de 2479 nm se apresentou somente nas amostras provenientes de Anchieta, como um sinal espectral *fingerprint* das variedades provenientes deste município, que é o ambiente de origem das variedades. Em outro trabalho, este é um sinal associado a proteínas (AENUNGU et al., 2011).

Análises por local: Florianópolis

Na análise de componentes principais PCA, as variedades 2489E, de coloração vermelha da raça 1, 2093A de coloração preta da raça 3 e variedade 2279X de coloração vermelha da raça 5 foram as únicas variedades que se agruparam no PCA. Os sinais que discriminaram as amostras de Florianópolis foram 1362 nm, 1382 nm, 1839 nm, 2348 nm, 2307nm, 2282 nm e 2323 nm. Os últimos cinco sinais (1839 nm, 2348 nm, 2307nm, 2282 nm e 2323 nm), mesmo estando presentes nas amostras dos dois locais, foram de maior contribuição para o agrupamento das variedades de Florianópolis.

No análises de *cluster*, formaram-se quatro grupos, dos quais um é correspondente ao grupo já sinalado no PCA; outro grande grupo onde estão as variedades brancas da raça IV (977A, 574A, 880A) e a variedade amarela da raça I 2423A e; dois grupos com uma variedade cada um, sendo elas a variedade amarela 2489D da raça 1 e a variedade preta 2321 da raça 4.

Os agrupamentos das amostras cultivadas em Florianópolis não correspondem à classificação das raças apresentada por Silva et al. (2017), a qual é uma classificação segundo critérios morfológicos de espiga e grão. Isso indica que a composição química, vista pela análise NIR, é sensível para discriminar as particularidades das condições do ambiente de cultivo.

Análise conjunta

Ao analisar os espectros das mesmas variedades plantadas nas duas localidades, de regiões e condições edafoclimáticas distintas, observou-se que o perfil químico expressado nos espectros NIR das variedades crioulas de milho pipoca pertencentes aos(às) cinco grupos/raças (indígenas e novas) identificadas por Silva *et al.* (2017), mostraram no presente estudo, características químicas singulares, se forem cultivadas no seu local de origem, em Anchieta. No litoral, em Florianópolis, elas se descaracterizaram sob o ponto de vista da composição dos grupos funcionais, tal como já foi mencionado na análise das amostras cultivadas em Anchieta.

Esses resultados indicam que as características químicas das variedades crioulas de milho pipoca expostas no perfil espectral NIR são diferentes, e estas diferenças estão associadas às condições do ambiente de cultivo.

As características associadas ao ambiente geográfico de um produto ou alimento denotam qualidade especial, essencialmente atribuída à origem. Este é o conceito da Denominação de Origem. Essa ferramenta de propriedade intelectual pode ser usada como uma forma de reconhecimento do patrimônio bio-cultural, através da agregação de valor a um produto em particular, bem como uma estratégia de conservação dos recursos genéticos vegetais em algumas regiões do mundo (PAPER et al., 2017; WIPO, 2002).

No caso do presente estudo, evidencia-se um exemplo de características químicas associadas ao ambiente geográfico e as características das variedades de milho pipoca do EOSC estão em conformidade com a qualificação de produtos por Denominação de Origem, considerando que as mesmas podem ser mensuráveis e diferenciadas pelos componentes geográficos associados à atividade humana e ao ambiente de cultivo da região.

As variedades quando cultivadas em Anchieta apresentam um perfil químico especial em comparação a Florianópolis, mesmo que as características morfológicas permaneçam iguais nos dois locais. Os principais sinais que contribuíram para a separação por locais foram: 1395 nm, 1839 nm, 1871 nm, 1929 nm, 2348 nm, 2307 nm, 1382 nm e 1362 nm. Estes comprimentos de onda conseguem separar claramente as

amostras dos locais, e estudos mais aprofundados merecem ser realizados para o conhecimento dos atributos bioquímicos destas variedades crioulas, particularmente no que se refere a metabólitos secundários associados aos pigmentos, à composição lipídica, carboidratos e às características do pericarpo. Nesse sentido, é premente a realização de pesquisas que estudem o efeito dos aspetos ambientais e de manejo sobre a composição química das variedades crioulas de milho pipoca do EOSC, visando identificar quais componentes geográficos mais influenciam esta variação.

A importância de aprofundar o estudo dos pigmentos, além de quantificá-los nas variedades de milho pipoca, deve-se ao fato dos carotenoides e antocianinas serem compostos bioativos com importantes atividades para a saúde humana. Diversos trabalhos sobre pigmentos em grãos de milho comprovam um maior conteúdo de xantofilas e antocianinas em grãos do tipo pipoca, comparado com grãos de milho comum. (GIORDANO et al., 2018; RYU et al., 2013; ŽILIĆ et al., 2012). Os compostos fenólicos provenientes da fibra são liberados continuamente e lentamente na corrente sanguínea, sendo este um dos mecanismos de maior importância associados aos benefícios para saúde (GIORDANO et al., 2018).

Finalmente estudos de aprofundamento na composição lipídica também são relevantes, considerando que o conteúdo de ácido linolênico está positivamente correlacionados com a capacidade de expansão (BORRAS et al., 2006; PARK et al., 2000).

A mudança no perfil espectroscópico com respeito as raças, quando cultivadas fora do local de origem, mostra uma influência das condições ambientais sobre as variáveis químicas assinaladas pela técnica de espectroscopia de infravermelho próximo. Diversos estudos sobre discriminação de origem geográfica demonstram esta mudança de características químicas, em função de fatores ambientais, genéticos e de manejo (ANDERSON; SMITH, 2005; ARENA et al., 2007; BERARDO et al., 2009; MARQUETTI et al., 2016; NANKAR et al., 2016; NARVÁEZ-GONZÁLEZ; FIGUEROA-CÁRDENAS; TABA, 2007; VITALE et al., 2013).

Em café, por exemplo, foi demonstrado como os grãos de café manifestam condições químicas diferenciadas para lipídeos, água, cafeína, ácido clorogênico, trigonellina, proteínas, aminoácidos, açúcares e carboidratos, em diferentes condições ambientais como altitude, latitude e temperatura (MARQUETTI et al., 2016).

Um conjunto de estudos para a autenticação da origem de pistache apresentaram as variações químicas (conteúdos minerais e

teores de ácidos graxos) relacionadas as diferentes condições ambientais de cinco localidades de produção desta cultura. Nesse caso, foi efetuada uma classificação por regiões geográficas em função da combinação específica dos sete ácidos graxos principais do pistache (ANDERSON; SMITH, 2005; ARENA et al., 2007; VITALE et al., 2013).

Em uma pesquisa que comparou variedades coloridas de milho, cinco locais e duas variedades de polinização aberta, em ensaios em quatro localidades ao Sudoeste dos Estados Unidos, foram estimados em grãos os teores de aminoácidos, óleo, proteína, amido, ácidos graxos, fibra crua, cinzas e antocianinas. Os resultados determinaram que os maiores teores de proteína, óleo e antocianinas estiveram no centro experimental “Los Lunas”, localizado a 1480 msnm (NANKAR et al., 2016). No mesmo trabalho, também foi encontrado um maior teor de óleo e proteínas em quatro das variedades locais (Hopi Blue, Navajo Blue, Santa Clara Blue e Taos Blue), comparado com as variedades comerciais, na localidade a 1480 msnm. Esses dados confirmam uma mudança em função das condições ambientais, já que os ensaios foram desenvolvidos em condições controladas, em três centros experimentais (localizados a 1190, 1480 e 1741 msnm) da Universidade Estadual do Novo México (NANKAR et al., 2016).

Outro estudo com milho, avaliou amostras pertencentes ao banco de Germoplasma da União Europeia. Nesse estudo, todas as amostras foram calibradas por NIR para teores de proteína crua, lipídeos crus, amido e área flutuante. Além disso, 93 acessos da EUMLCC - Coleção de Variedades Crioulas de Milho da União Europeia - foram estudados para conteúdo de luteína, zeaxantina, e carotenoides totais (BERARDO et al., 2009). As amostras foram classificadas segundo o tipo de grão (duros, dentados e farináceo) e, dentro destes grupos, separaram-se ainda em subgrupos de amostras da Itália e amostras de outros países. Dentro do agrupamento das populações italianas, destacaram-se seis populações de grãos duros, incluindo tipo pipoca com os maiores valores para proteínas e lipídeos, seguidas de 28 populações de grãos farináceos, das quais cinco tiveram valores importantes para estes atributos e, finalmente, das seis populações de grãos duros, duas também se destacaram para esta característica (BERARDO et al., 2009). No grupo das amostras de outros países, as amostras da Romênia, Estados Unidos e Chipre separaram-se segundo a origem, com o destaque de uma variedade de grão pipoca com o maior teor de proteína e lipídeos dentro deste grupo. Finalmente, no estudo da coleção de variedades crioulas do mesmo banco, o conteúdo de carotenoides discriminou as amostras segundo as raças, enquanto que o

conteúdo de proteínas e lipídeos não tiveram correlação. Nas análises de cluster, 77 variedades foram classificadas em quatro grupos, em função do conteúdo de carotenoides, sendo correspondente à distribuição geográfica somente no caso de seis variedades da Alemanha. O restante das variedades foram distribuídas entre os outros três grupos, observando-se uma tendência das variedades com maiores teores de carotenoides estarem associadas às regiões mais quentes (BERARDO et al., 2009).

Sobre as variações de carotenoides com a mudança das condições ambientais, Rodríguez-Amaya et al. (2008) expõem que os metabólitos secundários representam uma interface química entre as plantas e o meio circundante. Portanto, sua síntese é frequentemente afetada por condições ambientais. É o caso dos frutos de acerola, manga e papaia, os quais quando produzidos em regiões quentes apresentam teores de carotenoides expressivamente mais elevados, em relação aqueles produzidos em regiões de clima temperado (RODRIGUEZ-AMAYA et al., 2008).

Pesquisas focadas no uso gastronômico de variedades de raças de milho crioulo no México também correlacionaram aspectos microestruturais do grão de acordo com a zona geográfica e segundo os possíveis usos alimentares destas variedades. Nos acessos de América do Sul e México (amostras das terras altas e do clima temperado), foram identificadas raças com elevado grau de compactação do grão, grânulos de amido pequenos e uma densa matriz proteica, típico de grãos tipo pipoca, as quais se agruparam entre amostras do México e amostras da América do Sul (NARVÁEZ-GONZÁLEZ; FIGUEROA-CÁRDENAS; TABA, 2007). As raças de Mesoamérica e Caribe e um grupo importante de raças da América do Sul mostraram grãos com boas características para tortilhas e farinhas nixtamalizadas, com grãos com pericarpo fino, grânulos de amido grandes e esféricos. A origem geográfica mostrou estar relacionada com o uso final. Existe uma ampla diversidade de usos e raças no México e América do Sul, enquanto que em Centro América e Caribe, as raças têm um uso principalmente para farinhas e tortilhas (NARVÁEZ-GONZÁLEZ; FIGUEROA-CÁRDENAS; TABA, 2007).

O trabalho de Silva et al. (2017) demonstrou que a seleção e o manejo das agricultoras do município de Anchieta e Guaraciaba dinamizam o processo evolutivo das variedades crioulas de milho pipoca, conservando variedades antigas e gerando novas variedades e raças. Por outro lado, o presente estudo também sugere que tais práticas podem estar incidindo na composição bioquímica dos grãos dessas

variedades, uma vez que o agrupamento delas baseado no perfil químico acompanha quase o mesmo agrupamento das raças quando as mesmas são cultivadas em seu ambiente de origem. Este comportamento indica a evolução por meio da combinação de genes específicos ao longo dos anos de cultivo das variedades crioulas de milho pipoca no EOSC, como resultado da interação entre os componentes genético e geográfico, neste último caso, constituído pelo ambiente de cultivo (solo e clima) e pelas práticas de conservação das agricultoras. Os atributos resultantes podem estar associados com valores culinários e sensoriais, como mostra a experiência do Nepal, na avaliação de características químicas, atributos sensoriais, características ecogeográficas e manejo tradicional associado a diversos produtos com valor diferenciado, em função da indicação geográfica no mercado local e internacional, incluindo alimentos e produtos processados (PAPER et al., 2017).

Estudos que correlacionam estas variáveis gastronômicas, nutricionais e sensoriais merecem ser realizados para complementar as informações oferecidas na presente caracterização, junto com as quantificações dos grupos funcionais já mencionados. Estudos nessa direção contribuirão para o conhecimento e possível agregação de valor às variedades crioulas de milho pipoca dos municípios de Anchieta e Guaraciaba.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados encontrados no presente estudo usando a espectroscopia de infravermelho próximo (NIR), associada à análise de PCA, revelam a eficiência do uso destas técnicas na classificação de procedência de amostras de milho pipoca crioulo. Por ser uma técnica rápida, efetiva analiticamente, simples e não destrutiva, sugere-se a sua utilização no *screening* de farinhas de milho pipoca com constituição química e procedência diferenciada, bem como em estudos que visam a investigação da diversidade química e classificação de procedência geográfica.

Existe um potencial que merece ser explorado nas propriedades nutracêuticas, associadas a coloração dos grãos. O presente trabalho destaca a importância de priorizar o estudo dos compostos do metabolismo secundário, associados aos pigmentos presentes nas variedades crioulas de milho pipoca do EOSC.

Foi demonstrado como a classificação das raças pode também indicar um padrão bioquímico diferenciado, quando as variedades são cultivadas na região de origem.

O manejo e a seleção de germoplasma, realizado pelas agricultoras mantenedoras das variedades aqui apresentadas, estão baseados em características visuais de espiga e grão. Segundo os resultados, pela presença dos grupos funcionais, e as diferenças encontradas na classificação entre os dois locais, a composição bioquímica obedece a classificação de raças por grupos morfológicos; porém, essa condição é válida apenas para o seu local de origem.

Nesse contexto, o componente humano (seleção de raças pelos atributos morfológicos lapidados pelas mãos das agricultoras) e ambiental (pela composição dos grupos funcionais associados às raças e ao ambiente de cultivo) é o que determina a diversidade e composição diferencial das variedades de milho pipoca do EOSC, condição que justifica a obtenção de uma Indicação Geográfica por Denominação de Origem para a diversidade de milho pipoca do EOSC.

O trabalho de seleção e manejo das agricultoras sobre a diversidade de milho pipoca é um exemplo de conservação *in situ-on farm*, que merece reconhecimento e difusão na região. A Indicação Geográfica pode ser uma estratégia de valorização da diversidade de milho pipoca e do conhecimento tradicional associado no EOSC. É uma ferramenta que promove o uso através da agregação de valor ao recurso fitogenético em tela, dinamizando a economia local ao inserir as

variedades crioulas em mercados locais diferenciados e contribuindo com a apropriação das tradições culturais pelas novas gerações.

8. REFERENCIAS

AENUGU, H. P. R.; KUMAR, D. S.; N. PARTHIBAN, S.; GHOSH, S.,S.; BANJI, D. Near infra red spectroscopy- An overview. **International Journal of ChemTech Research**, v. 3, n. 2, p. 825–836, 2011.

ANDERSON, E. ; CUTLER, H. C. RACES OF ZEA MAYS: I. THEIR RECOGNITION AND CLASSIFICATION EDGAR. **Missouri Botanical Garden Press Stable**, v. 29, n. 2, p. 538, 1942.

ANDERSON, K. A.; SMITH, B. W. Use of chemical profiling to differentiate geographic growing origin of raw pistachios. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n. 2, p. 410–418, 2005.

ARENA, E.; CAMPISI, S.; FALLICO, B.; MACCARONE, E. Distribution of fatty acids and phytosterols as a criterion to discriminate geographic origin of pistachio seeds. **Food Chemistry**, v. 104, n. 1, p. 403–408, 2007.

BEDOYA, C. A.; DREISIGACKER, S.; HEARNE, S.; FRANCO, J.; MIR, C.; PRASANNA, B. M.; TABA, S.; CHARCOSSET, A.; WARBURTON, M. L.; Genetic diversity and population structure of native maize populations in Latin America and the Caribbean. **PLoS ONE**, v. 12, n. 4, p. 1–21, 2017.

BERARDO, N.; MAZZINELLI, G.; VALOTI, P.; LAGANA, P.; REDAELLI, R. Characterization of maize germplasm for the chemical composition of the grain. **Journal of Agricultural & Food Chemistry**, v. 57, n. 6, p. 2378–2384, 2009.

BORRAS, F.; SEETHARAMAN, K.; YAO, N.; ROBUTTI, J., L.; PERCIBALDI, N., M. EYHERABIDE, G. H. Relationship between popcorn composition and expansion volume and discrimination of corn types by using zein properties. **Cereal Chemistry**, v. 83, n. 1, p. 86–92, 2006.

BOUDET, A M.; LAPIERRE, C.; GRIMAPETTENATI, J. Tansley

Review No-80 - Biochemistry and Molecular-Biology of Lignification. **New Phytologist**, v. 129, n. 2, p. 203–236, 1995.

BRENNA, O. V.; BERARDO, N. Application of Near-Infrared Reflectance Spectroscopy (NIRS) to the Evaluation of Carotenoids Content in Maize. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, n. 18, p. 5577–5582, 2004.

BRIEGER, F. G.; GURGEL, J. T. A.; PATERNIANI, E.; BLUMENSCHIN, A. ALLEONI, M. R. Races of maize in Brazil and other eastern south american countries. **Nat. Ac. of Sciences**, p. 293, 1958.

CAETANO, C. M; PEÑA C, R.D.; MAIGUAL J, J.L.; VÁSQUEZ-AVILA, L.N.; NUNES, D.; PAZDIORA C.N, B. R. Mejoramiento participativo: Herramienta para la conservación de cultivos subutilizados y olvidados. **Acta Agronomica**, v. 64, n. 3, p. 307–327, 2016.

CANCI, I. Relações dos sistemas informais de conhecimento no manejo da agrobiodiversidade no oeste de santa catarina. p. 204, 2006.

CECCARELLI, S.; GUIMARAES, E. P.; WELTZIEN, E. **Plant breeding and farmer participation**. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS Rome, 2009. 175 p.

CLEMENT, C. R.; ROCHA, S. F. R.; COLE, D. M.; VIVAN, J.L. . Conservação on-farm. **Recursos Genéticos Vegetais**, n. 1992, p. 511–543, 2007.

CORREIA, J. R.; BUSTAMANTE, P.G.; EMPERAIRE, L.; MITJA, D. Desafios da Pesquisa Participativa e Restituição em Projeto de Pesquisa junto a Pequenos Agricultores. Estudo de caso: Projeto Rio Pardo, Embrapa/Brasil. **Cahiers des Ameriques Latines**, n. 72–73, p. 72–73, 2013.

COSTA, F. M. Diversidade genética e distribuição geográfica: uma abordagem para a conservação onfarm e ex situ e o uso sustentável dos recursos genéticos de milho do Oeste de Santa Catarina. 2013. 212 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.

COSTA, F. M.; SILVA, N. C. DE A.; OGLIARI, J. B. Maize diversity in southern Brazil: indication of a microcenter of *Zea mays* L. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 64, n. 4, p. 681–700, 2016.

COZZOLINO, D.; KWIATKOWSKI, M. J.; PARKER, M.; CYNKAR, W. U.; DAMBERGS, R. G.; GISHEN, M.; HERDERICH, M. J. Prediction of phenolic compounds in red wine fermentations by visible and near infrared spectroscopy. **Analytica Chimica Acta**, v. 513, n. 1, p. 73–80, 2004.

CRUZ, C. J.; PEREIRA FILHO, I. A.; SIMÃO, E. DE P. 478 cultivares de milho estão disponíveis no mercado de sementes do Brasil para a safra 2014/15. v. 86, 2015.

DANEZIS, G. P.; TSAGKARIS, A.S.; BRUSIC, V.; GEORGIU, C. A. Food authentication: state of the art and prospects. **Current Opinion in Food Science**, v. 10, p. 22–31, 2016.

DAWSON, T. P.; CURRAN, P. J.; PLUMMER, S. E. The biochemical decomposition of slash pine needles from reflectance spectra using neural networks. **International Journal of Remote Sensing**, v. 19, n. 7, p. 1433–1438, 1998.

FAO. **El Segundo Informe sobre El Estado de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura en el Mundo**. COMISIÓN DE RECURSOS GENÉTICOS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN Roma, 2010. ISBN 978-92-5-306534-9

FAO. La “Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura” y los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible. p. 1–8, 2015.

FAO. **América Latina y el Caribe: Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional** Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura y la Organización Panamericana de la salud. Santiago, 2017. Disponible em: <<http://www.fao.org/3/a-i6747s.pdf>>.

FAO. SISTEMAS IMPORTANTES DEL PATRIMONIO AGRÍCOLA MUNDIAL. 2018.

GIORDANO, D.; TRUST, B.; FRANCESCA, V.; MASSIMO, B. Influence of Agricultural Management on Phytochemicals of Colored Corn Genotypes (*Zea mays* L.). Part 1: Nitrogen Fertilization. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 66, n. 17, p. 4300–4308, 2018.

GLIESSMAN, S. R. Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible. Turrialba, C.R.: CATIE, 2002.

GONÇALVES, G. M. B. **CARACTERIZAÇÃO E DIVERGÊNCIA GENÉTICA DE VARIEDADES CRIOULAS DE MILHO PIPOCA CONSERVADAS POR AGRICULTORES DO OESTE DE SANTA CATARINA**. 2016. 139 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.

GRANDJEAN, A. C.; FULGONI, V. L.; REIMERS, K. J.; AGARWAL, S. Popcorn Consumption and Dietary and Physiological Parameters of US Children and Adults: Analysis of the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) 1999-2002 Dietary Survey Data. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 108, n. 5, p. 853–856, 2008.

GROBMAN, A. et al. Races of Maize in Peru. **Nat. Ac. of Sciences**, p. 384, 1961.

GROBMAN, A.. Salhuana, W.; Sevilla, R.; Mangelsdorf, P. C. Prececeramic maize from Paredones and Huaca Prieta, Peru. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 109, n. 5, p. 1755–1759, 2012.

HANSON, B. A. Package ‘ChemoSpec’ R topics documented : 2017.

HAYES, T. B.; HANSEN, M.; KAPUSCINSKI, A. R.; LOCKE, K. A.; BARNOSKY, A. From silent spring to silent night: Agrochemicals and the anthropocene. **Elem Sci Anth**, v. 5, 2017.

HERNÁNDEZ-QUINTERO, J. D.; ROSALES-NOLASCO, A.; MOLINA-MACEDO, A.; MIRANDA-PILIADO, A.; WILLCOX, M.; HERNÁNDEZ-CASILLAS, J. M.; PALACIOS-ROJAS, N. Quantification of anthocyanins through near infrared spectroscopy and liquid chromatography in pigmented maize . **Revista Fitotecnia Mexicana**, v. 40, n. 2, p. 219–226, 2017.

HOSENEY, R. C.; ZELEZNAK, K.; ABDELRAHMAN, A. Mechanism of popcorn popping. **Journal of Cereal Science**, v. 1, n. 1, p. 43–52, 1983.

IPES-FOOD. From uniformity to diversity: a paradigm shift from industrial agriculture to diversified agroecological systems. International Panel of Experts on Sustainable Food systems, 2016. Disponível em: <www.ipes-food.org>.

JOSHI, B. K.; ACHARYA, A. K.; GAUCHAN, D.; SINGH, D.; GHIMIRE, K. H.; STHAPIT, B. R. Geographical indication : A tool for supporting on-farm conservation of crop landraces and for rural development Conservation and Utilization of Agricultural Plant Genetic Resources in Nepal. n. December, 2017.

KAWATA, S.; HEISE, H. M.; SIESLER, H.W.; OZAKI, S. **Near-Infrared Spectroscopy. Principles, Instruments, Applications**. 2002.

KUHNEN, S.; LEMOS, P. M. M.; CAMPESTRINI, L. H.; OGLIARI, J. B.; DIAS, P. F.; MARASCHIN, M. Carotenoid and anthocyanin contents of grains of Brazilian maize landraces. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 91, n. 9, p. 1548-1553, 2011.

KUHNEN, S.; OGLIARI, J. B.; DIAS, P. F.; BOFFO, E. F.; CORREIA, I.; FERREIRA, A. G.; DELGADILLO, I.; MARASCHIN, M. ATR-FTIR spectroscopy and chemometric analysis applied to discrimination of landrace maize flours produced in southern Brazil. *International Journal of Food Science & Technology*, v. 45, n. 8, p. 1673-1681, 2010.

LAURENS, L. M. L.; WOLFRUM, E. J. Feasibility of spectroscopic characterization of algal lipids: Chemometric correlation of NIR and FTIR Spectra with exogenous lipids in algal biomass. **Bioenergy Research**, v. 4, n. 1, p. 22–35, 2011.

LAZOS, E.; CHAUVET, M. Análisis del contexto social y biocultural de las colectas de maíces nativos en México. **Proyecto global de maíces nativos. Informe de Gestión**. CONABIO, p. 534, 2012.

LEVIS, C.; FLORES, B. M.; MOREIRA, P. A.; LUIZE, B. G.; ALVES, R. P.; FRANCO-MORAES, J.; LINS, J.; KONINGS, E.; PEÑA-

CLAROS, M.; BONGERS, F.; COSTA, F.R. C.; CLEMENT, C. R. How People Domesticated Amazonian Forests. **Frontiers in Ecology and Evolution**, v. 5, n. January, 2018.

LOPES, N. DE O. V. E. A indicação geográfica como forma de valorização da biodiversidade no planalto norte catarinense. p. 160, 2011.

MACHADO, A.; SANTILLI, J.; MAGALHÃES, R. A agrobiodiversidade com enfoque agroecológico: implicações conceituais e jurídicas. **Embrapa Informação Tecnológica**, p. 98, 2008.

MADRONA, G. S.; SCAPIM, M. R. Avaliação da qualidade do milho-pipoca Quality assessment of popcorn. n. January 2012, 2016.

MAIGUAL JUAJIBIOY, J. L. Caracterización morfoagronómica de razas criollas e indígenas de Zea mays L. colombianas de tierras altas. 2014, p. 92. dissertação de mestrado em Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Colombia. Palmira Colombia

MARQUETTI, I.; LINK, J. V.; LEMES, A. L. G.; SCHOLZ, M. B. S.; VALDERRAMA, P.; BONA, E. Partial least square with discriminant analysis and near infrared spectroscopy for evaluation of geographic and genotypic origin of arabica coffee. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 121, p. 313–319, 2016.

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

MATTE, A.; MACHADO, J. A. D. Tomada de decisão e a sucessão na agricultura familiar no sul do Brasil Decision making and. **Revista de Estudos Sociais**, v. 18, n. 37, p. 130–151, 2016.

MIRANDA, D. S.; SILVA, R. R.; APARECIDA, A.; TANAMATI, C.; LUCINÉIA, A.; MADRONA, G. S.; SCAPIM, M. R. Avaliação da qualidade do milho pipoca. **Revista Tecnológica (Edição especial)**, p. 13–20, 2011.

MIRANDA, G. V.; DE SOUZA, L. V.; GALVÃO, J. C. C.; GUIMARÃES, L. JOSÉ. M.; DE MELO, A. V.; DOS SANTOS, I. C.

Genetic variability and heterotic groups of Brazilian popcorn populations. **Euphytica**, v. 162, n. 3, p. 431–440, 2008.

MISHRA, G.; JOSHI, D. C.; PANDA, B. K. Popping and puffing of cereal grains: a review. **J. grain processing storage**, v. 1, n. 2, p. 34–46, 2014.

MORA, C. Revisiting the environmental and socioeconomic effects of population growth: A fundamental but fading issue in modern scientific, public, and political circles. **Ecology and Society**, v. 19, n. 1, 2014.

MOROS, E. E.; DARNOKO, D.; CHERYAN, M.; PERKINS, E. G.; JERRELL, J. Analysis of xanthophylls in corn by HPLC. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, n. 21, p. 5787–5790, 2002.

MURACA, M. **PRÁTICAS PEDAGÓGICAS POPULARES , FEMINISTAS E DECOLONIAIS DO MOVIMENTO DE MULHERES Florianópolis**. 2015. 474 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

MUTLU, C.; ARSLAN-TONTUL, S.; CANDAL, C.; KILIC, O.; ERBAS, M. Physicochemical, Thermal, and Sensory Properties of Blue Corn (*Zea Mays* L.). **Journal of Food Science**, v. 83, n. 1, p. 53–59, 2018.

NANKAR, A.; GRANT, L.; SCOTT, P.; PRATT, R. Agronomic and kernel compositional traits of blue maize landraces from the southwestern United states. **Crop Science**, v. 56, n. 5, p. 2663–2674, 2016.

NARVÁEZ-GONZÁLEZ, E. D.; FIGUEROA-CÁRDENAS, J. D. D.; TABA, S. Aspectos microestructurales y posibles usos del maíz de acuerdo con su origen geográfico. **Revista Fitotecnia Mexicana**, v. 30, n. 3, p. 321–325, 2007.

NIEDERLE, P. A. Compromissos para a qualidade: projetos de indicação geográfica para vinhos no Brasil e na França. p. 263, 2011.

NODARI, R. O.; GUERRA, M. P. A agroecologia: estratégias de pesquisa e valores. **Estudos Avançados**, v. 29, n. 83, p. 183–207, 2015.

OGLIARI, J.B; KIST, V.; CANCI, A. The participatory genetic enhancement of a local maize variety in Brazil. In: de BOEF W. S.;

SUBEDI, A.; PERONI, N.; THIJSSSEN, M.; O'KEEFFE, E. (ed). Community biodiversity management, promoting resilience and the conservation of plant genetic resources. Routledge, Oxon, Ed. 1. p. 265-271, 2013.

OGLIARI, J.B; ALVES, A.C. Manejo e uso de variedades de milho como estratégia de conservação em Anchieta. In: De BOEF, W. S.; THIJSSSEN, H. M.; OGLIARI, J. B; STHAPIT, B. R. (Org). Biodiversidade e Agricultores: Fortalecendo o Manejo Comunitário. Porto Alegre, RS: L&PM, p. 68-77. 2007.

OLIVEIRA, A. G. C.; TEODORO, A. J.; EMPERAIRE, L.; KAGEYAMA, P. Y.; STELLA, A. **Agrobiodiversidade e diversidade cultural**. 2006, 82 f, Brasília.

ONU. Objetivos de Desarrollo del Milenio: Informe 2015. Organización de las Naciones Unidas. p. 15, 2015.

OSBORNE, B. G. Near-Infrared Spectroscopy in Food Analysis. **Encyclopedia of Analytical Chemistry**, p. 1–14, 2000.

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

PARAGINSKI, R. T.; DE SOUZA, N. L.; ALVES, G. H.; ZIEGLER, V.; DE OLIVEIRA, M. E.; MOACIR C. Sensory and nutritional evaluation of popcorn kernels with yellow, white and red pericarps expanded in different ways. **Journal of Cereal Science**, v. 69, p. 383–391, 2016.

PARAGINSKI, R. T.; ZIEGLER, V.; FERREIRA, C. D.; COLUSSI, R.; GUTKOSKI, L. C.; ZAVAREZE, E. R.; ELIAS, M. C. Properties of Popcorn Starch Expanded in a Microwave, with and without the Presence of Vegetable Oil. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 41, n. 5, 2017.

PARK, D.; ALLEN, K.G.D.; STERMITZ, F. R.; MAGA, J.A. Chemical Composition and Physical Characteristics of Unpopped

Popcorn Hybrids. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 13, n. 6, p. 921–934, 2000.

PATERNIANI, E.; GOODMAN, M. Races of maize in Brazil and adjacent areas. p. 95, 1977.

PERALES, H.; GOLICHER, D. Mapping the diversity of maize races in Mexico. **PLoS ONE**, v. 9, n. 12, p. 1–20, 2014.

PEREIRA FILHO, I. A.; BORGHI, E. Mercado de sementes de milho no Brasil: safra 2016/2017. **Embrapa**, p. 28p, 2017.

PÉREZ-MESA, M. R. Una Mirada Desde La Diversidad Cultural. **Revista Internaciona de Investigación en Educación**, v. 6, n. 12, p. 133–151, 2013.

PERFECTO, I.; VANDERMEER, J. Biodiversity conservation in tropical agroecosystems: A new conservation paradigm. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1134, p. 173–200, 2008.

PIMENTEL, L. O.; VIEIRA, E. M. F. V. A. F. **Indicações Geográficas. Produtos Catarinenses**. 2015. Universidad Federal de Santa Catrina

PIPERNO, D. R.; RANERE, A. J.; HOLST, I.; IRIARTE, J.; DICKAU, R. Starch grain and phytolith evidence for early ninth millennium B.P. maize from the Central Balsas River Valley, Mexico. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 106, n. 13, p. 5019–5024, 2009.

PIPERNO, D. R.; FLANNERY, K. V. The earliest archaeological maize (*Zea mays* L.) from highland Mexico: New accelerator mass spectrometry dates and their implications. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 98, n. 4, p. 2101–2103, 2001.

PIPERNO, D. R.; PEARSALL, D. M. **Phytoliths in the reproductive structures of maize and teosinte: Implications for the study of maize evolution** *Journal of Archaeological Science*, 1993.

QUINN, P. V.; HONG, D. C.; BOTH, J. A. Increasing the size of a piece of popcorn. **Physica A: Statistical Mechanics and its Applications**, v. 353, n. 1–4, p. 637–648, 2005.

REYNOLDS, T. L.; NEMETH, M. A.; GLENN, K.C.; RIDLEY, W. P.; ASTWOOD, J. D. Natural variability of metabolites in maize grain: Differences due to genetic background. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n. 26, p. 10061–10067, 2005.

RINNAN, Å.; BERG, F. VAN DEN; ENGELSEN, S. B. Review of the most common pre-processing techniques for near-infrared spectra. **TrAC - Trends in Analytical Chemistry**, v. 28, n. 10, p. 1201–1222, 2009.

ROBERTS, L. M.; GRANT, U. J.; RAMIREZ E, R.; HATHEWAY W. H.; SMITH D. L. Razas de Maiz Colombia. **National Academy of Sciences- National Research Council**, 1957.

ROJAS BERNAL, B. **DIVERSIDADE E ESTRUTURA GENÉTICA DE VARIEDADES CRIOLAS DE MILHO PIPOCA CONSERVADAS POR AGRICULTORES FAMILIARES DOS MUNICÍPIOS DE ANCHIETA E GUARACIABA NO EXTREMO OESTE DE SANTA CATARINA**. 2017, 96 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.

RYU, S. H.; WERTH, L.; NELSON, S.; SCHEERENS, J. C.; PRATT, R. C. Variation of Kernel Anthocyanin and Carotenoid Pigment Content in USA/Mexico Borderland Land Races of Maize. **Economic Botany**, v. 67, n. 2, p. 98–109, 2013.

SÁNCHEZ, G. J. J. **Diversidad del Maíz y el Teocintle. Informe preparado para el proyecto: “Recopilación, generación, actualización y análisis de información acerca de la diversidad genética de maíces y sus parientes silvestres en México”**. Comisión Nacional para el Conocimi, 2011.

SANTACRUZ-VARELA, A.; WIDRLECHNER, M. P; ZIEGLER, K. E.; SALVADOR, R. J.; MILLARD, M. J.; BRETTING, P. K. Phylogenetic relationships among North American popcorns and their evolutionary links to Mexican and South American popcorns. **Crop Science**, v. 44, n. 4, p. 1456–1467, 2004.

SAWAZAKI, E. Influencia Do Tamanho E Umidade Do Grão Na Expansão Da Pipoca South American Mushroom (1). 1985.

SAWAZAKI, E. A cultura do milho-pipoca no Brasil. **O Agrônômico**, v. 53, n. 2, p. 11–13, 2001.

SAWAZAKI, E. **MILHO PIPOCA** Anais do XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo Goiânia, GO, Brasil, 2010.

SILVA, N. C. A. **Conservação, diversidade e distribuição de variedades locais de milho e seus parentes silvestres no extremo oeste de Santa Catarina, sul do Brasil**. 2015. 230 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

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

SILVA, N. C. A.; VIDAL, R.; COSTA, F. M.; VAIO, M.; OGLIARI, J. B. **Presence of *Zea luxurians* (Durieu and Ascherson) Bird in Southern Brazil: Implications for the Conservation of Wild Relatives of Maize**. PloS one, v. 10, n. 10, p. e0139034, 2015.

SILVA, N. C. .; VIDAL, R.; OGLIARI, J. B. 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**, v. 64, n. 6, p. 1191–1204, 2017.

SILVA, N. C. DE A.; OGLIARI, J. B. Milho pipoca: Mulheres Agticultoras conectando o Passado eo presente. **Agricultura**, v. 12, n. 4, p. 31–36, 2015.

SINELLI, N.; SPINARDI, A.; DI E., V.; MIGNANI, I.; CASIRAGHI, E. Evaluation of quality and nutraceutical content of blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.) by near and mid-infrared spectroscopy. **Postharvest Biology and Technology**, v. 50, n. 1, p. 31–36, 2008.

SOUKUPOVÁ, J.; ROCK, B. N.; ALBRECHTOVÁ, J. Spectral characteristics of lignin and soluble phenolics in the near infrared - A comparative study. **International Journal of Remote Sensing**, v. 23, n. 15, p. 3039–3055, 2002.

SOUZA, R. Diversidade de variedades crioulas de milho doce e adocicado conservadas por agricultores do oeste de Santa Catarina. p. 190, 2015. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina.

SPRAGUE, G. F. **Corn and corn improvement**. American Society of Agronomy, Inc. Madison, Wisconsin, USA 1977 v. 48

STEWART, A. Reconfiguring Agrobiodiversity in the Amazon Estuary: Market Integration, the Açai Trade and Smallholders' Management Practices in Amapá, Brazil. **Human Ecology**, v. 41, n. 6, p. 827–840, 2013.

SUN, D.-W. **INFRARED SPECTROSCOPY FOR FOOD QUALITY ANALYSIS CONTROL**. 2009, 415 f.

SWELEY, J. C.; ROSE, D. J.; JACKSON, D. S. Quality Traits and Popping Performance Considerations for Popcorn (*Zea mays* Everta). **Food Reviews International**, v. 29, n. 2, p. 157–177, 2013.

TAPIA, C. G. Identificación De Áreas Prioritarias Para La Conservación De Razas De Maíz En La Sierra De Ecuador. p. 184, 2015. Tese de Doutorado. Universidade Politecnica de Madrid.

TEUBER, R. Geographical indications of origin as a tool of product differentiation: The case of coffee. **Journal of International Food and Agribusiness Marketing**, v. 22, n. 3, p. 277–298, 2010.

TOLEDO, M. VICTOR; BARRERA-BASSOLS, N. **La Memoria Biocultural**. La importancia ecológica de las sabidurías tradicionales. Barcelona 2008, 232 f.

UARROTA, V. G.; SCHMIDT, E. C.; BOUZON, Z. L.; MARASCHIN, M. **Histochemical Analysis and Protein Content of Maize Landraces (*Zea mays* L.)**, 2011.

UARROTA, V.G.; AMANTE, E.R; DEMIATE, I.M.; VIEIRA, F.; DELGADILLO, I.; MARASCHIN, M. Physicochemical, thermal, and pasting properties of flours and starches of eight Brazilian maize landraces (*Zea mays* L.). *Food Hydrocolloids* 30:614-624. 2012

UARROTA, V.; ROCHA, M.; MARASCHIN, M. Non-targeted Metabolomic Profiling of Maize Landraces (*Zea mays* L.) Combined

with Chemometric Tools. **International Journal of Biochemistry Research & Review**, v. 20, n. 1, p. 1–9, 2017.

USDA. **2015 – 2020 Dietary Guidelines for Americans 2015 – 2020 Dietary Guidelines for Americans (8th edition)**, 2015.

VARMUZA, K.; FILMOSER, P. **Introduction to Multivariate Statistical Analysis in Chemometrics**. 2008

VIDAL ANDRÉ, R. **DIVERSIDADE DAS POPULAÇÕES LOCAIS DE MILHO DE ANCHIETA E GUARACIABA , OESTE DE SANTA CATARINA : MÚLTIPLAS ABORDAGENS PARA SUA COMPREENSÃO**. Tese de Doutorado Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2016.

VITALE, R.; BEVILACQUA, M.; BUCCI, R.; MAGRÌ, A. D.; MAGRÌ, A. L.; MARINI, F. A rapid and non-invasive method for authenticating the origin of pistachio samples by NIR spectroscopy and chemometrics. **Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems**, v. 121, p. 90–99, 2013.

VOGT, G. A. **A DINÂMICA DO USO E MANEJO DE VARIEDADES LOCAIS DE MILHO EM PROPRIEDADES AGRÍCOLAS FAMILIARES**. 2005. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina.

WELLHAUSEN, E. J.; ROBERTS, L. M.; HERNANDEZ, X. **RACES OF MAIZE IN MEXICO**, Their origin, characteristics and distribution. 1952.

WHITFIELD, M. B.; CHINN, M. S. Near infrared spectroscopic data handling and chemometric analysis with the R statistical programming language: A practical tutorial. **Journal of Near Infrared Spectroscopy**, v. 25, n. 6, p. 363–380, 2017.

WILKINSON, J.; CERDAN, C.; DORIGON, C. Geographical Indications and “Origin” Products in Brazil – The Interplay of Institutions and Networks. **World Development**, v. 98, p. 82–92, 2017.

WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION (WIPO). **Geographical Indications: An Introduction**. **WIPO Publication**, n. 952E, p. 43, 2002.

WU, D.; CHEN, X.; SHI, P.; WANG, S.; FENG, F.; HE, Y. Determination of α -linolenic acid and linoleic acid in edible oils using near-infrared spectroscopy improved by wavelet transform and uninformative variable elimination. **Analytica Chimica Acta**, v. 634, n. 2, p. 166–171, 2009.

WU, P. J.; SCHWARTZBERG, H. G. Popping Behavior and Zein Coating of Popcorn. **Cereal Chemistry**, v. 69, n. 5, p. 567–573, 1992.

ZIEGLER, K.E. & ASHMAN, B. Popcorn. In: HALLAUER, A.R. (ed.) Specialty corns. Iowa, CRC Press, p. 189-223, 1994.

ZINSLY, J. R.; MACHADO, J. A. Milho pipoca. In: PATERNIANI, E. (Ed.). Melhoramento e produção de milho no Brasil. Piracicaba: Fundação Cargill, p. 339-348, 1978.

ŽILIC, S.; SERPEN, A.; AKILLIOĞLU, G.; GÖKMEN, V.; VANCETOVIĆ, J. Phenolic compounds, carotenoids, anthocyanins, and antioxidant capacity of colored maize (*Zea mays* L.) kernels. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 60, n. 5, p. 1224–1231, 2012.