



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA-UFRA**  
**EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA**  
**DOUTORADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS**



**ROSEMIRO DOS SANTOS GALATE**

**CARACTERIZAÇÃO E DIVERGÊNCIA GENÉTICA EM GERMOPLASMA DE  
AÇAIZEIRO (*Euterpe oleracea* Mart.) DO NORDESTE PARAENSE.**

**BELÉM**  
**2012**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA-UFRA  
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA  
DOUTORADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS



**ROSEMIRO DOS SANTOS GALATE**

**CARACTERIZAÇÃO E DIVERGÊNCIA GENÉTICA EM GERMOPLASMA DE  
AÇAIZEIRO (*Euterpe oleracea* Mart.) DO NORDESTE PARAENSE.**

Tese apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Doutorado em Ciências Agrárias: área de concentração Agroecossistemas da Amazônia, para obtenção do título de Doutor.  
Orientador: Prof. Dr. Milton Guilherme da Costa Mota

**BELÉM  
2012**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA-UFRA  
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA  
DOUTORADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS



**ROSEMIRO DOS SANTOS GALATE**

**CARACTERIZAÇÃO E DIVERGÊNCIA GENÉTICA EM GERMOPLASMA DE  
AÇAIZEIRO (*Euterpe oleracea* Mart.) DO NORDESTE PARAENSE.**

Tese apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do  
Curso de Doutorado em Ciências Agrárias: área de concentração Agroecossistemas da  
Amazônia, para obtenção do título de Doutor.

Aprovado em 17 de janeiro de 2012.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Milton Guilherme da Costa Mota - Orientador  
UFRA-UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

---

Dr. Paulo Júlio da Silva Neto  
CEPLAC-COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA

---

Prof. Dr. Manoel Tavares de Paula  
UEPA-UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ

---

Prof. Dr. Roberto César Lobo da Costa  
UFRA-UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

---

Prof. Dr. Benedito Gomes dos Santos Filho  
UFRA-UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus familiares e amigos que contribuíram para a realização deste trabalho.

DEDICO

Aos meus pais, *in memoriam*

# SUMÁRIO

## RESUMO

## ABSTRACT

<b>1</b>	<b>CONTEXTUALIZAÇÃO</b> .....	14
1.1	REVISÃO DE LITERATURA .....	16
1.1.1	Classificação, sinonímia e descrição botânica do açaizeiro .....	16
1.1.2	Variedades .....	18
1.1.3	Origem, distribuição geográfica e domesticação .....	19
1.1.4	Ecologia .....	21
1.1.5	Adaptabilidade ecofisiológica .....	22
1.1.6	Utilização e importância da espécie .....	24
1.1.7	Produção .....	28
1.1.8	Mercado e comercialização .....	29
1.1.9	Recursos genéticos .....	31
1.1.9.1	Coleta e conservação .....	31
1.1.9.2	Caracterização e avaliação .....	36
1.1.10	Divergência genética das matrizes .....	37
1.1.10.1	Análise multivariada .....	37
1.1.10.2	Análise de componentes principais (ACP) .....	39
1.1.10.2.1	Determinação do número de componentes principais .....	40
1.1.10.2.2	Descarte de caracteres redundantes .....	42
1.1.10.2.3	Eficiência do descarte .....	44
1.1.10.3	Medidas de similaridade e dissimilaridade genética .....	44
1.1.10.4	Análise de agrupamento (AA) .....	46
<b>2</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO E DIVERGÊNCIA GENÉTICA EM GERMOPLASMA DE AÇAIZEIRO (<i>Euterpe oleracea</i> Mart.) DO NORDESTE PARAENSE</b> .....	52
2.1	INTRODUÇÃO .....	52
2.2	MATERIAL E MÉTODOS .....	55
2.2.1	Área de estudo .....	55
2.2.2	Análises genético-estatísticas .....	57
2.2.2.1	Caracterização morfoagronômica .....	57
2.2.2.1.1	Análise da variância univariada .....	57
2.2.2.2	Análise da divergência genética .....	58
2.2.2.2.1	Estimação da variância genética por componentes principais .....	58
2.2.2.2.1.1	Correlações fenotípicas .....	58
2.2.2.2.1.2	Seleção de caracteres e eficiência de descarte .....	59
2.2.2.2.2	Estimativas das dissimilaridades genéticas .....	60
2.2.2.2.3	Método de Tocher .....	60
2.2.2.2.4	Método UPGMA .....	60

2.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	61
2.3.1	Caracterização das matrizes.....	61
2.3.2	Caracterização das matrizes por caracteres morfoagronômicos.....	64
2.3.2.1	Estimação de parâmetros e distribuição de frequência.....	64
2.3.2.2	Análise univariada da variabilidade com estimativas de parâmetros genéticos....	79
2.3.3	Divergência genética das matrizes por caracteres morfoagronômicos.....	82
2.3.3.1	Determinação dos componentes principais .....	82
2.3.3.2	Análise da dispersão gráfica 3D .....	83
2.3.3.3	Seleção de caracteres .....	85
2.3.3.4	Caracteres descartados.....	91
2.3.3.5	Eficiência de descarte .....	92
2.3.3.6	Estimativas de similaridade e dissimilaridade.....	93
2.3.3.7	Método de otimização de Tocher .....	95
2.3.3.8	Método de UPGMA .....	97
2.4	CONCLUSÃO.....	101
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>102</b>

## LISTA DE TABELAS

		<b>p.</b>
Tabela 1	Caracterização do ponto de coleta de 129 matrizes de açaizeiro de seis municípios do Nordeste Paraense quanto à coordenada geográfica e ao clima. Belém-PA, UFRA, 2012. ....	62
Tabela 2	Estimativas de parâmetros estatísticos e teste de normalidade para 19 dos caracteres morfoagronômicos avaliados em 129 matrizes de açaizeiro coletadas em seis municípios do Nordeste Paraense. Belém-PA, UFRA, 2012. ....	65
Tabela 3	Estimativas de parâmetros estatísticos e teste de normalidade para três dos caracteres morfoagronômicos avaliados em 129 matrizes de açaizeiro coletadas em seis municípios do Nordeste Paraense. Belém-PA, UFRA, 2012. ....	75
Tabela 4	Estimativas da análise da variância obtidas para 22 caracteres morfoagronômicos avaliados em 129 matrizes de açaizeiro em seis municípios do Nordeste Paraense. Belém-PA, UFRA, 2012. ....	80
Tabela 5	Estimativas de parâmetros genéticos obtidos da análise de 129 matrizes de açaizeiro coletadas em seis municípios do Nordeste Paraense em relação aos caracteres NEP, AE, NF, CAP, CEN, DTF e DLF. Belém-PA, UFRA, 2012. ....	81
Tabela 6	Estimativas de parâmetros genéticos obtidos da análise de 129 matrizes de açaizeiro coletadas em seis municípios do Nordeste Paraense em relação aos caracteres PF, PS, PP, RPF, PC, PFC e RFC. Belém-PA, UFRA, 2012. ....	81
Tabela 7	Estimativas de parâmetros genéticos obtidos da análise de 129 matrizes de açaizeiro coletadas em seis municípios do Nordeste Paraense em relação aos caracteres NRC, NFR, CC, CIC, PCF, NCP, NFC e PTF. Belém-PA, UFRA, 2012. ....	81
Tabela 8	Estimativas dos autovalores associados aos componentes principais e suas variâncias percentuais dos 22 caracteres morfoagronômicos em 129 matrizes de açaizeiro coletadas em seis municípios do Nordeste Paraense. Belém-PA, UFRA, 2012. ....	82
Tabela 9	Estimativas dos coeficientes de ponderação associados aos componentes principais com autovalores inferiores a 0,7 e identificação dos caracteres com indicação para descarte em cada componente pela seleção direta em 129	



	matrizes de açaizeiro coletadas em seis municípios do Nordeste Paraense. Belém-PA, UFRA, 2012. ....	86
Tabela 10	Estimativas dos coeficientes de ponderação associados aos componentes principais e identificação dos caracteres com indicação para descarte em cada componente pela seleção com reanálise, método de Cury, em 129 matrizes de açaizeiro coletadas em seis municípios do Nordeste Paraense. Belém-PA, UFRA, 2012. ....	88
Tabela 11	Caracteres descartados e selecionados nos procedimentos de seleção direta e seleção com reanálise por ordem de descarte para a caracterização de 129 matrizes açaizeiro coletadas em seis municípios do Nordeste Paraense. Belém-PA, UFRA, 2012.. ....	89
Tabela 12	Estimativas dos coeficientes de correlação de Pearson entre os caracteres morfoagronômicos selecionados e os descartados avaliados em 129 matrizes de açaizeiro coletadas em seis municípios do Nordeste Paraense. Belém-PA, UFRA, 2012. ....	90
Tabela 13	Grupos de dissimilaridade constituídos de 10 procedências de açaizeiro formados pelo método de Tocher em 129 matrizes coletadas em seis municípios do Nordeste Paraense, com base nos 22 caracteres originais e nos 14 selecionados. Belém-PA, UFRA, 2012. ....	92
Tabela 14	Síntese da matriz de distância euclidiana média entre as 129 matrizes de açaizeiro mais similares, avaliadas em 14 caracteres morfoagronômicos. Belém-PA, UFRA, 2012. ....	94
Tabela 15	Síntese da matriz de distância euclidiana média entre as 129 matrizes de açaizeiro mais dissimilares, avaliadas em 14 caracteres morfoagronômicos. Belém-PA, UFRA, 2012. ....	95
Tabela 16	Grupos de similaridade genética entre 129 matrizes de açaizeiro, mediante a utilização de 14 caracteres selecionados, gerados pelo método de otimização de Tocher com base na distância euclidiana média. Belém-PA, UFRA, 2012. .	96
Tabela 17	Grupos de similaridade genética entre 129 matrizes de açaizeiro, mediante a utilização de 14 caracteres selecionados, estabelecidos pelo método de UPGMA, com base na distância euclidiana média. Belém-PA, UFRA, 2012. ..	98

## LISTA DE FIGURAS

	<b>p.</b>
Figura 1	Municípios do Estado do Pará em que foram coletadas 129 matrizes de açazeiro: 1) Belém, 2) Capitão Poço, 3) Ourém, 4) Santarém Novo, 5) Salinópolis, 6) São João de Pirabas. Belém-PA, UFRA, 2012..... 55
Figura 2	Distribuição de frequência das matrizes de açazeiro pelo valor médio dos intervalos do número de estipes por planta. Belém-PA, UFRA, 2012. .... 66
Figura 3	Distribuição de frequência das matrizes de açazeiro pelo valor médio dos intervalos da altura do estipe. Belém-PA, UFRA, 2012. .... 66
Figura 4	Distribuição de frequência das matrizes de açazeiro pelo valor médio dos intervalos do número de folhas. Belém-PA, UFRA, 2012. .... 67
Figura 5	Distribuição de frequência das matrizes de açazeiro pelo valor médio dos intervalos da circunferência do estipe à altura do peito. Belém-PA, UFRA, 2012. .... 67
Figura 6	Distribuição de frequência das matrizes de açazeiro pelo valor médio dos intervalos do comprimento do entrenó. Belém-PA, UFRA, 2012. .... 68
Figura 7	Distribuição de frequência das matrizes de açazeiro pelo valor médio dos intervalos do diâmetro longitudinal do fruto. Belém-PA, UFRA, 2012. .... 68
Figura 8	Distribuição de frequência das matrizes de açazeiro pelo valor médio dos intervalos do diâmetro transversal do fruto. Belém-PA, UFRA, 2012. .... 69
Figura 9	Distribuição de frequência das matrizes de açazeiro pelo valor médio dos intervalos do peso do fruto. Belém-PA, UFRA, 2012. .... 69
Figura 10	Distribuição de frequência das matrizes de açazeiro pelo valor médio dos intervalos do peso da semente. Belém-PA, UFRA, 2012. .... 70
Figura 11	Distribuição de frequência das matrizes de açazeiro pelo valor médio dos intervalos do peso da polpa. Belém-PA, UFRA, 2012. .... 70
Figura 12	Distribuição de frequência das matrizes de açazeiro pelo valor médio dos intervalos do peso do cacho. Belém-PA, UFRA, 2012. .... 71
Figura 13	Distribuição de frequência das matrizes de açazeiro pelo valor médio dos intervalos do peso de frutos por cacho. Belém-PA, UFRA, 2012. .... 71
Figura 14	Distribuição de frequência das matrizes de açazeiro pelo valor médio dos intervalos do número de ráquias por cacho. Belém-PA, UFRA, 2012. .... 72

Figura 15	Distribuição de frequência das matrizes de açazeiro pelo valor médio dos intervalos do número de frutos por ráquila. Belém-PA, UFRA, 2012. ....	72
Figura 16	Distribuição de frequência das matrizes de açazeiro pelo valor médio dos intervalos do comprimento do cacho. Belém-PA, UFRA, 2012. ....	73
Figura 17	Distribuição de frequência das matrizes de açazeiro pelo valor médio dos intervalos da circunferência do cacho. Belém-PA, UFRA, 2012. ....	73
Figura 18	Distribuição de frequência das matrizes de açazeiro pelo valor médio dos intervalos do peso de 100 frutos. Belém-PA, UFRA, 2012. ....	74
Figura 19	Distribuição de frequência das matrizes de açazeiro pelo valor médio dos intervalos do número de cachos por planta. Belém-PA, UFRA, 2012. ....	74
Figura 20	Distribuição de frequência das matrizes de açazeiro pelo valor médio dos intervalos do número de frutos por cachos. Belém-PA, UFRA, 2012. ....	75
Figura 21	Distribuição de frequência das matrizes de açazeiro pelo valor médio dos intervalos do rendimento de polpa por frutos. Belém-PA, UFRA, 2012. ....	76
Figura 22	Distribuição de frequência das matrizes de açazeiro pelo valor médio dos intervalos do rendimento de frutos por cacho. Belém-PA, UFRA, 2012. ....	76
Figura 23	Distribuição de frequência das matrizes de açazeiro pelo valor médio dos intervalos da produção total de frutos. Belém-PA, UFRA, 2012. ....	77
Figura 24	Dispersão gráfica 3D dos primeiros componentes principais com base em 22 caracteres morfoagronômicos Fe açazeiro. Belém-PA, UFRA, 2012. ....	84
Figura 25	Agrupamento das 129 matrizes de açazeiro procedentes de seis municípios do Nordeste Paraense pelo método de UPGMA, baseado na divergência genética expressa pela distância euclidiana média. Belém-PA, UFRA, 2012. ..	100

**RESUMO:** O consumo de açaí no Estado do Pará e, atualmente, no restante do país é bastante elevado, e a maior parte da produção ainda é procedente de açaizais nativos, encontrados em várzeas, principalmente as do estuário amazônico considerado como um centro de diversidade genética da espécie. A divulgação dos benefícios nutricionais e a obtenção de antocianinas para uso nas indústrias de alimento e farmacêutica induziu a expansão do mercado de fruto e polpa. Em função do rápido crescimento da demanda desse produto, há necessidade de se estabelecer programas de melhoramento genético para selecionar plantas adaptadas às condições de várzea e terra firme. Por ser uma espécie de difícil controle e ainda pouco estudada, principalmente quanto a sua diversidade genética, apenas um cultivar, BRS Pará, foi lançado no mercado pela Embrapa Amazônia Oriental, em 2004, obtido por meio de seleção fenotípica para cultivo em terra firme, apresentando algumas características agronômicas desejáveis. Assim, este trabalho teve como objetivo caracterizar matrizes quanto à variabilidade fenotípica e analisar a divergência genética. Vinte e dois caracteres de 129 matrizes dos municípios de Belém, Capitão Poço, Ourém, Santarém Novo, São João de Pirabas e Salinópolis, todos do Nordeste Paraense foram estudados. Na quantificação dos dados de cada um dos caracteres, foi utilizada a distribuição de frequência e medidas estatísticas. O número de caracteres originais e inter-relacionados foi sintetizado por meio de componente principal e a seleção dos caracteres com eliminação dos redundantes foi realizada pelo critério de seleção direta e seleção com reanálise. A distância euclidiana média foi empregada para estimar a similaridade e dissimilaridade das matrizes. Os métodos de agrupamento de Tocher e UPGMA foram usados para agrupar as 129 matrizes. Os resultados evidenciaram que houve variabilidade genética entre as 129 matrizes de açaizeiro com ampla variação para a maioria dos caracteres avaliados. A variância contida nos 22 caracteres foi substituída por 6 componentes, que acumularam 73,59 % da informação. As características selecionadas que mais contribuíram para a diversidade genética foram o peso do cacho, rendimento de frutos por cacho, número de ráquias por cacho, diâmetro longitudinal do fruto, número de folhas, número de cachos por planta, altura do estipe, circunferência do estipe à altura do peito, circunferência do cacho, comprimento do cacho, comprimento do entrenó, número de estipe por planta, peso da semente e peso da polpa. As estimativas de similaridade e dissimilaridade variaram entre 0,466 e 3,149. As matrizes mais similares foram EO-070 e EO-072 ambas da Ilha do Combu e as mais dissimilares foram EO-010 (Belém) e EO-018 (Salinópolis). A avaliação da divergência genética entre as 129 matrizes, com base nos 14 caracteres morfoagronômicos selecionados permitiu a verificação de ampla variabilidade genética. O método de Tocher agrupou as 129 matrizes em 10 grupos, sendo que o primeiro grupo reuniu 82,9 % das matrizes. Por este método, as matrizes EO-010 (Belém), EO-011 (São João de Pirabas), EO-017, EO-018 e EO-019 (Salinópolis), EO-035 (Capitão Poço), EO-062 e EO-109 (Ilha do Combu) foram as mais divergentes. O método UPGMA segmentou as matrizes em 9 grupos, sendo que o primeiro concentrou 81 % das matrizes. Neste método, as matrizes mais divergentes foram EO-010 (Belém), EO-011 (São João de Pirabas), EO-017, EO-018 e EO-019 (Salinópolis), EO-056, EO-062 e EO-109 (Ilha do Combu). Constatou-se ampla variabilidade genética nos caracteres morfoagronômicos tanto pelas análises univariada como por multivariada. As duas metodologias de agrupamento utilizadas detectaram genótipos divergentes com viabilidade de serem utilizadas como genitores potenciais em programas de melhoramento genético de açaizeiro.

**Palavras chaves:** Açaí, Antocianinas, Divergência genética, Recursos genéticos, Melhoramento genético.

**ABSTRACT:** The consume of assai on the Brazil, mainly on the Pará State is enough elevated, being the most of the production is coming of assai palm natural populations located in floodplains, notably in the Amazon Estuary, considered a genetic diversity center of the specie. The diffusion of the nutritional benefits and the obtaining of anthocyanins toward use on the pharmaceutic and food industry induced the expansion of the fruit and pulp market. According to of the rapid increment of the demand this product, there is necessity of the establishment of genetic improvement programs for to select adapted plants for the mainland and floodplains conditions. Yet is a specie a few studied and no easy control, mainly as its genetic diversity and, just one cultivar, BRS Pará, it was released on the market by “Embrapa Amazônia Oriental”, in 2004, obtained by means of phenotypic selection for cropping on mainland, presenting someone desired agronomic characteristics. Thus, this work aimed to characterize the plant mothers as to phenotypical variability and divergence genetic. Twenty and two characters of 129 plant mothers precedents “Belém, Capitão Poço, Ourém, Santarém Novo, São João de Pirabas e Salinópolis”, municipalities of the Northeast of the Pará State, Brazil, were studied. On the quantification of dates each one of the characters, it was utilized the frequency distribution and statistics measured. The number the unique and interrelated characters was synthesized by means of principal components and the selection of the characters with elimination of the redundant ones carried out by the criterions of direct selection and selection by the reanalysis. The average euclidian distance was employed for assesses the similarity and dissimilarity of the plant mothers. The Tocher and UPGMA clustering methods were used for to cluster the 129 plant mothers. The outputs evidenced that there was genetic variability among the 129 assai palm’s plant mothers with large variation for most the evaluated characters. The variance concentrated on the 22 characters was distributed on eight components, wich accumulated 82.47 % on the total variation. The selected characteristic that more contributed for the genetic diversity were the fruit weight, fruit yield per raceme, rachilla number per raceme, fruit longitudinal diameter, leaves number, raceme number per plant, stipe high, circumference of stipe in the heart height, raceme circumference, raceme length, internode length, stipe number per plant, seed weight and pulp weight. The assessment of similarity and dissimilarity ranged the 0.466 at 3.149. The plant mothers more similars were EO-070 e EO-072 both of the “Ilha do Combu” and the more divergent were EO-010 (“Belém”) e EO-018 (Salinópolis). The evaluation of the genetic divergence among the 129 plant mothers based on 14 selected morphoagronomic characters allowed verifying large genetic variability. The Tocher’s method clustered the 129 plant mothers in ten clusters, being that the first classified 82.9 % on the plant mothers. In this method, the plant mothers EO-010 (“Belém”), EO-011 (“São João de Pirabas”), EO-019 (“Salinópolis”), EO-035 (“Capitão Poço”) e EO-109 (“Ilha do Combu”) presented large genetic divergence. The UPGMA method segmented the plant mothers in nine clusters, being that the first conglomerate 81 % on the plant mothers. In this one, the plant mothers more divergents were EO-010 (“Belém”), EO-011 (“São João de Pirabas”), EO-017, EO-018 e EO-019 (“Salinópolis”), EO-056, EO-062 e EO-109 (“Ilha do Combu”). One ascertained genetic variability large in the morphoagronomic characters as for univariate analysis well for multivariate analysis and both detected divergent genotypes, with viability for to be utilized as potential divergent genitors in improvement programs for assai palm.

**Keywords:** Assai, Anthocyanins, genetic Divergence, genetic Resources, genetic Breeding.

## 1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) é uma espécie palmácea nativa da Amazônia encontrada, predominantemente, nas várzeas do estuário amazônico, onde forma populações homogêneas. Os frutos, até o início dos anos 90, eram considerados de fundamental importância para a subsistência das populações ribeirinhas e das camadas de baixa renda. A produção dos frutos era, até então, predominantemente extrativista, com fins de consumo doméstico e o pequeno excedente era comercializado, gerando renda familiar (SANTANA et al., 2008). Este tipo de exploração era decorrente em razão do consumo ser praticamente local, não havendo estímulo por parte dos pesquisadores em desenvolver pesquisas principalmente voltadas para o melhoramento genético.

A partir da década de 1990, impulsionado pela mídia, o açaí passou a ocupar lugar de destaque, tanto no âmbito nacional como internacional, com a descoberta de elementos funcionais como a antocianina, que possui propriedades antioxidantes e também pelo seu uso em produtos alimentícios, cosméticos, farmacêuticos, entre outros.

Para atender a crescente demanda do mercado de polpa do fruto de açaí e dos produtores querendo implantar essa espécie em terra firme, foram intensificadas pesquisas sobre o sistema de produção, uma vez que o extrativismo não conseguia acompanhar a demanda. Inicialmente, muitos plantios comerciais foram implantados a partir de sementes não selecionadas com características desconhecidas e não tiveram bom desempenho, porque o açazeiro é uma planta de fecundação cruzada, alógama, o que favorece a segregação de suas características morfológicas e reprodutivas, resultando em plantios heterogêneos. Somente no ano de 2004, a Embrapa Amazônia Oriental lançou o primeiro cultivar, BRS Pará, obtido por meio de seleção massal para ser cultivado em terra firme.

O açazeiro ainda é uma espécie pouco estudada, em fase de domesticação, sendo necessário realizar pesquisas que possibilitem a sua completa domesticação, que implica no desenvolvimento de tecnologia de plantio, manejo da cultura e principalmente no melhoramento genético. Desta forma, o conhecimento da diversidade genética é fundamental para desenvolver programas de melhoramento direcionados para a obtenção de variedades ou cultivares com características agrônomicas desejáveis. Trabalhos já foram realizados com a utilização de progênies obtidas em Bancos de Germoplasma, entretanto nenhum estudo sobre a caracterização e divergência genética foi encontrado sobre matrizes procedentes dos

municípios de Belém, incluindo as Ilhas de Mosqueiro e Combu, Capitão Poço, Ourém, Santarém Novo, Salinópolis e São João de Pirabas.

Uma das formas de caracterização da variabilidade genética e identificação da divergência de genitores é a utilização de caracteres qualitativos e/ou quantitativos. Os caracteres qualitativos relacionados à morfologia das plantas vêm sendo empregados para estimar a proximidade genética entre acessos de várias culturas, os quais apresentam expressão fenotípica de fácil distinção, geralmente associado a poucos genes e possuem alta herdabilidade. Os caracteres quantitativos, geralmente influenciados por muitos genes e pelo ambiente, apresentam baixa herdabilidade e estão relacionados à maioria das características de interesse econômico relacionados à produção (HOOGERHIDE, 2009).

Os métodos estatísticos descritivos, univariados e multivariados aplicados a esses caracteres morfoagronômicos permitem conhecer essa diversidade, fazendo sua quantificação, selecionando caracteres, obtendo similaridade/dissimilaridade dos genótipos, reunindo os genitores em grupos, de tal forma que exista homogeneidade dentro dos grupos e heterogeneidade entre grupos, possibilitando a identificação da divergência genética de primordial importância para definição de populações, viabilizando a seleção, reconhecimento de genitores apropriados à obtenção de híbridos com maior efeito heterótico e que apresentem maior segregação em recombinações, agrupamento de materiais genéticos similares para a formação de variedades sintéticas e caracterização da variabilidade de recursos genéticos em bancos de germoplasma *in situ* e *ex situ*.

Esses métodos foram utilizados, nesta pesquisa, como os mais adequados, para caracterização e divergência genética das matrizes de açaizeiro procedentes dos seis municípios do Nordeste Paraense para seleção de materiais promissores para produção de frutos e que atendam ao tipo ideal da espécie, com base no melhoramento genético.

## 1.1 REVISÃO DE LITERATURA

### 1.1.1 Classificação, sinonímia e descrição botânica do açazeiro

O açazeiro é classificado no reino *plantae*, na divisão *Magnoliophyta* (=Angiospermae), classe *Liliopsida* (=Monocotyledoneae), subclasse *Arecidae* (=Espadiciflorae), super-ordem *Arecanae*, ordem *Arecales* (=Principes), família *Areaceae* (=Palmae), subfamília *Ceroxylineae*, gênero *Euterpe* (HENDERSON; GALEANO, 1996).

As espécies pertencentes ao gênero *Euterpe* variam de 30 a 50 registros (HENDERSON, 2000). No Brasil, as espécies nativas que se destacam em expressão econômica são o palmito (*E. edulis* Mart.) e o açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.). Esta se sobressai como produtora de frutos e palmito (CALZAVARA, 1972; LLERAS; GIACOMETTI; CORADIN, 1983). Outras espécies menos importantes, como o açá-da-terra-firme (*E. precatória* Mart.), natural da Amazônia e o palmito-vermelho (*E. espiritossantensis* Fernandes), nativo da mata Atlântica, vêm sendo empregadas na obtenção de híbridos interespecíficos, cruzadas com o açazeiro ou com o palmito, embora alopatricas, não há impedimento genético entre elas (BALLVÉ, 1988).

A espécie *E. oleracea* recebe várias sinonímias: *Catis martiana* O. F. Cook, *Euterpe badiocarpa* Barb. Rodr., *Euterpe beardii* L. H Bailey, *Euterpe cuatrecasana* Dugang, *Euterpe*. Quanto aos nomes vulgares atribuídos à *E. oleracea* pode-se mencionar o açazeiro, açáí, uaçaí, açáí-de-touceira, açáí-do-Pará e açáí verdadeiro (NASCIMENTO, 2008b; LORENZI et al., 2010).

Embora as palmeiras apresentem analogias básicas com quaisquer outras espécies do mundo vegetal, com raízes, caules, folhas, flores e frutos, estes mesmos órgãos podem se apresentar com características próprias e bem definidas, facilitando, desta forma, sua identificação. Por outro lado, a separação em gêneros e muito mais ainda em espécies, torna-se bem mais difícil, levando-se em conta a semelhança entre as plantas da família, pelo fato de sua morfologia não variar muito, ao contrário de plantas de outras famílias botânicas (SODRÉ, 2005).

O açazeiro é uma palmeira que possui sistema radicular fasciculado, denso, superficial em forma de cone, provido de lenticelas e aerênquimas, em plantas adultas, as raízes emergem do estipe até 40 cm acima da superfície do solo, formando um agregado. Caule do tipo estipe, monocaule ou multicaule, esta é uma das principais características



predominante desta espécie onde, na sementeira, ocorre a emissão de perfilhos na base do estipe principal, formando um conjunto denominado touceira, com até 45 perfilhos (brotações) em diferentes fases do desenvolvimento (JARDIM, 1991; CAVALCANTE, 1996).

A planta adulta tem estipe cilíndrico, retilíneo ou inclinado, anelado, fibroso e sem ramificação, de médio e grande porte, alcançando altura até 30 m, com diâmetro a altura do peito de 12 a 18 cm. Ao longo do estipe, são encontradas cicatrizes deixadas pelas folhas, que senescem e caem, formando nós e internós sustentando no ápice um capitel de 12 a 14 folhas (HENDERSON, 2000). As folhas são compostas, pinadas, com arranjo espiralado, medindo entre 3,5 a 5 m de comprimento, em número de 10 a 12, apresentam bainhas envolvendo o estipe, pecíolo com 20 a 40 cm de comprimento e limbo distintos, além de um pronunciado eixo central, contendo de 70 a 80 pares de folíolos opostos ou subopostos e inseridos em intervalos regulares (CALZAVARA, 1972; ROGEZ, 2000).

O açazeiro apresenta flores especializadas, evoluídas, com redução do número de peças florais e encurtamento do eixo floral, constituindo um receptáculo floral mais achatado. Cada ramo florífero é constituído por duas brácteas denominadas espatas de tamanhos e formatos distintos, fusiformes, coriáceas, persistentes, externamente lisas e de colorações esverdeadas, quando imaturas e amarelada, quando maduras e protegem as inflorescências. Estas são infrafoliares, pedunculadas de 5 a 15 cm de comprimento com flores estaminadas e pistiladas, do tipo espádice, com ocorrência, no estuário amazônico, durante todos os meses do ano, e pico entre os meses de fevereiro a julho. Após a abertura (antese) e fecundação das flores, a espádice, é chamada de cacho (CALZAVARA, 1972; NASCIMENTO, 2008b).

O cacho é formado por uma ráquis, providos de dezenas de ráquulas, onde estão dispostas as flores unissexuais, sésseis, ordenadas em tríades, em espiral, de tal forma que cada flor feminina é ladeada por duas flores masculinas e na parte final apenas masculina, atingindo 8.000 femininas e 37.000 masculinas (CALZAVARA, 1972).

Nas flores masculinas, as peças florais se dispõem em um arranjo cíclico ou verticilado, onde as peças de cada verticilo se inserem no mesmo nível, formando vários círculos concêntricos, diperiantada, heteroclamídea com 6 mm de comprimento e 2,4 mm de diâmetro. O cálice é claro (2,7 mm de comprimento e 2,1 mm de largura) e a corola é violácea (3,9 mm de comprimento e 2,1 mm de largura) sendo ambos trímeros. Possui seis estames de cor clara, livres e de 3,7mm de comprimento, anteras de coloração violácea, ditecas de deiscência longitudinal e de inserção dorsifixa, apresentado grande quantidade de pólen

branco. As flores, quando abertas, expõem as anteras podendo-se enquadrar no tipo floral campanulado (FAEGRI; PIJL, 1979).

As flores femininas também são cíclicas, diperiantadas, heteroclamídeas de 5 mm de comprimento e 2,3 mm de diâmetro. Possuem cálices de cor clara (2,6 mm de comprimento e 2,1 mm de largura) e corola actinomorfa e imbricada com limbo violáceo e unha clara (3 mm de comprimento e 2 mm de largura) sendo ambos trímeros e persistentes. Apresentam gineceu com ovário súpero, gamocarpelar de 4 mm de comprimento e 2 mm de diâmetro de inserção terminal, trilocular com um lóculo fértil e uniovular, sem estilete e com estigma trífido, globoso e indiviso. Ocasionalmente, podem ocorrer dois lóculos com óvulos. Em antese, apenas o estigma fica exposto e possui papilas brancas que se tornam brilhosas e translúcidas quando viáveis, mas o cálice e corola permanecem fechados. Por essas características florais, pode-se considerar essa flor também, como campanulada (OLIVEIRA, 2002).

O fruto também no Estuário Amazônico é visto o ano todo, com concentração nos períodos menos chuvosos. É uma drupa globosa ou depresso-globosa, de 1 a 2 cm de diâmetro e peso médio de 1,5g, liso, verde brilhante quando imaturo e violáceo ou verde opaco na maturação, dependendo da variedade. O fruto é constituído de epicarpo, mesocarpo e endocarpo. O epicarpo corresponde à casca de coloração violácea púrpuro, quase negra e fina. O mesocarpo corresponde à polpa de coloração variável, espessura em torno de 1 a 2 mm e proporção de 7 % a 25 % do volume do fruto. Epicarpo e mesocarpo representam as partes comestíveis. O endocarpo corresponde ao caroço, revestido de um penacho de fibras, volumoso, aproximadamente 73 % do fruto completo, lenhoso, acompanha a forma do fruto e contém a semente de comportamento recalcitrante, em seu interior. Apresenta um embrião pequeno, mas desenvolvido, com cotilédone rico em amido e endosperma ligado ao tegumento, sólido, abundante, ruminado, de formato esférico e na maturidade é rico em celulose, hemicelulose e cristais de inulina, antes desta fase, é rico em lipídio (CAVALCANTE, 1996; ROGEZ, 2000; NASCIMENTO, 2008b).

### 1.1.2 Variedades

Variedades dentro da espécie são difíceis de ocorrer, porque as palmeiras classificadas ainda são sempre nativas, ficando para discernimento final, somente as espécies do gênero (SODRÉ, 2005). Entretanto, duas variedades são bastante conhecidas pelo homem interiorano, cuja diferenciação é feita apenas pela coloração que os frutos apresentam quando

maduros, as quais podem ser assim caracterizadas: o açaí roxo é a variedade regional predominante conhecida como violácea ou açaí preto, pois seus frutos apresentam, quando maduros, uma polpa escura, da qual se obtém um suco de coloração arroxeada "cor de vinho", originando assim, a denominação popular de "vinho de açaí". A outra é o açaí branco ou tinga, produz frutos de coloração verde, cuja polpa, quando madura, se apresenta de coloração verde-escuro brilhante, fornecendo um suco (vinho) de cor creme claro, daí a sua denominação. Mas há registros de outras variedades como a espada, vareta, açu, sangue-de-boi, chumbinho, petecão e una. Todas essas variedades se diferenciam nos aspectos morfológicos e na composição química. Na morfologia, diferem quanto ao número e diâmetro do estipe, coloração dos frutos maduros e na inflorescência. Na composição química dos frutos, as diferenças são especialmente no teor de lipídios e presença de antocianinas (ROGEZ, 2000).

### 1.1.3 Origem, distribuição geográfica e domesticação

O açaizeiro da Amazônia Oriental ainda não tem o centro de origem definido, entretanto, populações naturais dessa espécie são encontradas em grande extensão, formando maciços, em áreas do estuário amazônico, principalmente no Pará (LLERAS; GIACOMETTI; CORADIN, 1983). Ocorrendo em áreas de mata de terra firme, várzea e igapó, predominantemente na foz do rio Amazonas, onde formam populações homogêneas.

Em relação ao centro de diversidade genética, também não há registros. O conhecimento que se tem é que o gênero *Euterpe* apresenta maior diversidade em áreas com variações em altitudes e com ocorrência em dois principais centros: um abrangendo o Noroeste da Colômbia e a costa ocidental úmida dos Andes e outro localizado no escudo das Guianas e do alto Rio Negro (LLERAS; GIACOMETTI; CORADIN, 1983). É provável que o centro de diversidade esteja nesse segundo centro, coincidindo com o de origem e envolvendo os estados do Pará, Amapá e Maranhão. Nestas áreas, as plantas caracterizam-se por apresentarem variações morfológicas, fenológicas, fisiológicas e agroindustriais (CAVALCANTE, 1996; OLIVEIRA; MOCHIUTTI; FARIAS NETO, 2009).

Quanto à distribuição geográfica, esta espécie encontra-se distribuída entre os paralelos 10° de latitude Norte e 20° Sul e 40° de longitude Leste e 70° Oeste, tipicamente tropical, distribuída no Norte da América do Sul (Venezuela, Colômbia, Suriname, Guiana Francesa), Panamá, Equador, *Trinidad*, recebendo diferentes denominações, ocorrendo em

florestas de terras baixas e montanhas úmidas. No Brasil, a sua maior concentração é na região Amazônica, principalmente no Estado do Pará, destacando-se ainda Amapá e Maranhão, além de Tocantins e Mato Grosso (HENDERSON, 2000).

No processo de domesticação das plantas, diferenciam-se duas fases: a inconsciente e a consciente. Na primeira fase, pratica-se seleção das plantas de forma espontânea, embora inconsciente, é onde ocorrem as maiores alterações no genótipo. Na fase consciente, a seleção é realizada com base em características de interesse como formato, gosto, cor, entre outras (HARLAN, 1992).

A domesticação é um processo evolucionário resultante da interação do homem com as espécies vegetais, retirando-as do ambiente natural e visando adaptá-las às necessidades humanas. As plantas domesticadas sofrem alterações genéticas e morfológicas em relação aos seus progenitores selvagens, proporcionando diferentes graus de dependência ao ser humano, onde o maior nível de domesticação pode resultar em populações de plantas que não poderiam garantir sua sobrevivência, através das novas gerações, completamente sem os cuidados do homem (CLEMENT, 2001; TOMBOLATO, 2004; WALTER et al., 2005).

Do ponto de vista genético, a evolução é “qualquer alteração das frequências alélicas da população, visando torná-la mais adaptada”. Os principais fatores genéticos envolvidos no processo de domesticação das plantas são: mutação; hibridação interespecífica; poliploidia; e seleção artificial. Quanto aos morfológicos, são: perda de dormência de sementes, aumento do tamanho de frutos e sementes, mecanismos de dispersão ineficientes, vagens indeiscentes, hábito de crescimento mais compacto, maior uniformidade, redução de substâncias tóxicas, aumento do número de sementes por inflorescência, entre outros (BESPALHOK, 2011).

A domesticação envolve, além de uma determinada espécie de planta, um processo de intervenção que vem causando diferentes graus de modificação na paisagem, onde se pode identificar desde paisagens ditas intocadas até as completamente domesticadas. Quanto ao grau de diversidade de espécies encontradas, a domesticação da paisagem se distingue nas seguintes categorias: *Pristine*, *Promovida*, *Manejada*, *Cultivada*, *Roça/capoeira*, *Monocultura*, que caracterizam a evolução deste processo de acordo com a intensidade de intervenção, sabendo que a monocultura representa uma paisagem dominada por uma população de somente uma espécie. Em relação, às diferentes categorias de domesticação de populações de plantas, quanto ao grau de modificação dos genótipos e fenótipos, caracterizam-se em *Silvestres*, *Incidentalmente coevoluída*, *Incipientemente domesticada*, *Semidomesticada*, *Domesticada*, *Raça primitiva*, *Cultivar moderna*. A domesticação de paisagens e populações de plantas pode beneficiar a teoria dos recursos genéticos, à medida

que vão ocorrendo diferenciações entre populações silvestres e populações domesticadas, favorecendo a identificação e seleção de germoplasma (CLEMENT, 2001; AMOROSO, 2008).

Para Ducke (1946), o açaizeiro, em função de suas características, como perfilhamento, perenilidade e frutos de excelente sabor, se constituiu como uma das principais fruteiras selecionadas e utilizadas pelos indígenas da Amazônia, que à medida que migravam, carregavam sementes que originavam novas populações, permanecendo com os caboclos até os dias atuais. O processo de domesticação do açaizeiro pode ter sido feita por povos de cultura pré-colombiana, visando à produção de frutos, possivelmente a partir de seleção natural em diversos locais e através da dispersão gerada por povos indígenas (OLIVEIRA; MOCHIUTTI; FARIAS NETO, 2009).

#### 1.1.4 Ecologia

Na Amazônia, de acordo com o mapa de tipos climáticos e com a classificação de Köppen, o açaizeiro ocorre em regiões de clima Afi, Ami, Awi. A sua maior concentração é no clima tipo Afi (BASTOS, 1972; CALZAVARA, 1972).

Os *habitats* de açaizeiro são os solos de igapó, várzea e terra-firme. Na várzea, ocorre com maior frequência e densidade, principalmente nas do estuário amazônico, sendo que nestas áreas, onde há inundações periódicas, essa espécie possui peculiaridade que a torna mais competitiva e provavelmente dominante, formando verdadeiros maciços de açaiçais, que predomina na fisionomia da paisagem, devido a sua notável capacidade de regeneração (CALZAVARA, 1972; CAVALCANTE, 1996). Neste ecossistema, as águas são ricas em sedimentos e nutrientes, sua salinidade vai até 20 % e o pH é próximo à neutralidade. Constitui um sistema aberto, altamente produtivo, apresentando uma biodiversidade geralmente fraca em contraste com a floresta de terra firme. Em várzea alta, onde a terra é mais bem drenada, as palmeiras representam cerca de 70 % da flora, provavelmente, devido à sua boa adaptação aos terrenos úmidos (ROGEZ, 2000). Necessita de elevada umidade do ar, mas com baixa exigência de luz, mesmo para o desenvolvimento das plântulas (NASCIMENTO, 2008b).

A dispersão dos frutos e sementes é realizada em curta distância por pequenos animais roedores, e em longa distância, por pássaros, como tucanos, jacus, araçaris, periquitos, papagaios e sabiás (JARDIM, 1995). A água do rio e o homem também funcionam como

agentes dispersores (ROGEZ, 2000). Ressalta-se que há competição entre plântulas, o que faz que muitas não sobrevivam principalmente se for intraespecífica (NASCIMENTO, 2008b).

#### 1.1.5 Adaptabilidade ecofisiológica

A adaptação das plantas é um processo que ocorre a longo prazo, envolvendo muitas gerações. Em condições desfavoráveis ao crescimento, utilizam diferentes recursos para obter condições mínimas ao desenvolvimento e reprodução. As palmeiras se adaptam em diferentes ambientes como várzea, igapó e terra firme, devido sua habilidade de alocação de recursos para as folhas e raízes. A eficiência das folhas para captação de energia luminosa, a capacidade de conversão dessa energia em carboidratos, assim como o seu transporte e o metabolismo nas diversas partes das plantas, são fatores que influenciam no crescimento e sobrevivência das palmeiras quando crescem em locais adversos (SCARIOT, 2001).

Segundo Scalon; Alvarenga (1993), as plantas nativas geralmente possuem respostas diferentes à luminosidade, principalmente quanto ao desenvolvimento vegetativo da parte aérea e a sobrevivência das plântulas. Por isso, a eficiência do crescimento da planta pode ser relacionada com a habilidade de adaptação às condições luminosas do ambiente.

A baixa disponibilidade de luz afeta o crescimento e a sobrevivência das plantas em função da quantidade de energia luminosa interceptada pelas folhas. O crescimento satisfatório de algumas espécies em ambientes com diferentes disponibilidades luminosas pode ser atribuído à capacidade de ajustar rapidamente seu comportamento fisiológico para maximizar a aquisição de recursos nesses ambientes (DIAS FILHO, 1997).

Segundo Nakazono et al. (2001) o crescimento inicial de *E. edulis* em diferentes regimes de luz, na região de Mata Atlântica em Santa Catarina, foi menor em condições de forte sombreamento (de 2 a 6 % da luz solar) e a pleno sol, e o maior crescimento ocorreu sob irradiância de 20 a 30 % da luz solar total, apresentando baixa capacidade competitiva em grandes clareiras e sob dossel fechado.

Tsukamoto Filho et al. (2001) estudaram os aspectos fisiológicos e estruturais de *Euterpe edulis* em diferentes tipos de consórcios e observaram que a luminosidade e o déficit hídrico foram os principais fatores limitantes ao crescimento e que as respostas das plantas aos fatores externos variaram de acordo com sua fase de desenvolvimento. No mesmo estudo, observaram que aos seis meses de idade, os açazeiros plantados em pleno sol, apresentaram

crescimento em altura maior que os plantados em consórcio. Esses valores foram inferiores aos do plantio em consórcio quando mensurados aos dezoito e trinta meses.

Sampaio (2003) estudando o efeito da irradiância no crescimento inicial de plantas jovens de açaizeiro (*E. oleracea*) em sistemas agroflorestais no município de Bragança – Pará observou grande plasticidade no crescimento e na eficiência do uso da radiação disponível em função das intensidades de irradiância. O autor observou que a adaptação na faixa de irradiância vai do intenso sombreamento à intensidade alta de irradiância, constatando que o crescimento aumentou com a disponibilidade de luz até um máximo de 80 % e que a adaptabilidade aumentou em função da idade dos açaizeiros.

Em ambiente de várzea o açaizeiro se desenvolve no sub-bosque com pouca luminosidade, contudo, as plantas têm respostas fisiológicas (fotossíntese) e morfológicas (crescimento) diferentes dependendo do nível de luz a que são submetidas (GAMA et al., 2003).

A disponibilidade de água no solo é outro fator que favorece o crescimento do açaizeiro. Carvalho; Nascimento; Müller (1998) citam que o açaizeiro é adaptado a ambiente com alagamento periódico do sistema radicular ocasionado pelo efeito das marés, não afetando a absorção de água pelas raízes, já no período de seca, onde a maré alta não cobre parte da vegetação, a absorção de água é mantida em níveis suficientes para suprir a demanda de transpiração.

Calbo e Moraes (2000) relataram que o déficit hídrico provocou diminuição nas atividades fisiológicas do açaizeiro (fotossíntese, condutância estomática e transpiração).

Tsukamoto Filho et al. (2001) observaram que *E. Edulis* plantado em florestas secundárias em pleno sol apresentou menor produção de biomassa em virtude do estresse hídrico ocorrido nas parcelas.

No crescimento de açaizeiro em área de várzea do estuário Amazônico, foi constatado que quatro anos após o corte do estipe para extração do palmito, os perfilhos estavam prontos para produção de frutos e de palmitos (NOGUEIRA; CONCEIÇÃO, 2000).

Ohashi e Kageyama (2004) estudaram a variabilidade genética de nove populações de açaizeiro (*E. oleracea*) na região do estuário amazônico e observaram que o crescimento das plantas (altura e diâmetro do colo) foi influenciado pelas condições ambientais, não sendo possível selecionar populações como superiores ou mais produtivas com base nesses parâmetros e pela distribuição geográfica.

Em estudo realizado sobre a estrutura de açaiçais em ecossistemas inundáveis da Amazônia, Silva e Almeida (2004) observaram que o número de plantas que se

desenvolveram na várzea foi maior que no igapó, sendo que o maior número de estipes por touceira foi encontrado no igapó.

#### 1.1.6 Utilização e importância da espécie

O açazeiro apresenta grande importância socioeconômica, principalmente para as populações ribeirinhas de baixa renda, que utilizam na sua alimentação, como forma de subsistência, e o excedente para comercialização. A espécie possui várias aplicações, principalmente no aproveitamento de seus frutos, onde a polpa é o principal produto proveniente dos frutos, ela substitui perfeitamente o fruto *in natura* e apresenta a vantagem de estar disponível no mercado em período de entressafra do fruto, e após despulpamento pode ser preservada por processos físicos como pasteurização e congelamento. A industrialização da polpa dos frutos é feita de diversas maneiras, como na fabricação de sorvetes, licores, produção de álcool carburante, corante, geléia, suco em pó, bebida, doces, bombons, compota, licor, iogurte, dentifrício, corante para identificação e prevenção de cárie, alisante para cabelos e cosmético. Em outras iguarias da culinária doméstica, têm também grandes aplicações, como na confecção de cremes, tortas, *mousses* e pudins. O processo de fabricação da bebida do açai é feita a partir da extração dos frutos amolecidos em água morna, por meio de três formas de despulpamento: manual, máquina manual e máquina de motor elétrico (ROGEZ, 2000; RAMOS et al., 2009).

A polpa apresenta alto valor energético e calórico em função de sua grande quantidade de lipídios, rico em fibras, proteínas, potássio, cálcio, manganês, cobre, boro e magnésio. É dotada de elementos funcionais com propriedades antioxidantes, entre eles a vitamina C, os carotenoides e compostos fenólicos como as antocianinas benéficos à saúde. A polpa do açai apresenta elevado teor de lipídios, capaz de suprir aproximadamente 65 % das necessidades diárias recomendadas para um homem adulto (ROGEZ, 2000).

De acordo com Yuyama et al. (2006), uma das características relevantes da polpa é a alta concentração de ácidos graxos particularmente os poli-insaturado, como os ácidos oleico (ômega-6), palmitoleico e palmítico, porém com um baixo teor em ácido linolênico que é um ácido graxo essencial.

Segundo Menezes; Torres; Sabaasur (2008), o alto valor energético da polpa se dá principalmente por seu conteúdo de lipídios que corresponde a 74,94 % das calorias, ao passo



que apenas 34,76 % equivalem a energia oriunda dos carboidratos. O teor de lipídios no açaí é comparável em proporções ao de leite de vaca. Ao contrário da gordura do leite, o perfil de ácidos graxos do açaí assemelha-se ao do azeite de oliva.

A polpa do açaí apresenta em sua composição química um conteúdo proteico elevado, com quantidade superior ao do leite (3,50 %) e do ovo (12,49 %), podendo prover entre 25 a 30 % das quantidades recomendadas, diferindo das demais frutas, que não apresentam conteúdo de proteína significativo (VILLACHICA, 1996; COHEN, 2006). Segundo ROGEZ (2000) o teor de proteína encontrado na polpa foi de 13 g/100 g de matéria seca. Em polpa liofilizada os resultados foram de 8,13 g/100 g (MENEZES; TORRES; SABAASUR, 2008).

Um dos componentes mais abundantes na polpa são os carboidratos representados principalmente pelo polissacarídeo amido e pelas fibras consideradas dietéticas. As fibras da dieta consistem em carboidratos não digeríveis, incluindo a celulose, ligninas e pectinas. As fibras não fornecem energia, mas possuem vários efeitos benéficos ao organismo humano (CHAMPE; HARVERY, 1996). O conteúdo em fibra bruta geralmente difere de uma espécie de fruta para outra. No açaí cerca de 1/3 de sua massa total é composta de fibras. A ingestão diária aconselhada de fibras alimentares totais é de 20 a 35 g por adulto. Os consumidores de açaí podem atingir facilmente esta quantidade, pois em um litro de açaí médio há cerca de 34,0 g de fibras totais. A alta concentração de fibra no açaí ajuda a manter a saúde do sistema digestivo. Os teores de açúcares solúveis assimiláveis tais como glicose, frutose e sacarose são relativamente baixos no açaí (total médio de 2,6 % da matéria seca) (ROGEZ, 2000). Portanto o açaí natural não pode ser considerado como uma bebida com rápida disponibilidade de energia para o consumidor.

Os minerais são elementos inorgânicos que servem para uma série de funções, como cofatores nas reações enzimáticas na regulação do equilíbrio acidobásico, na condução nervosa e como elementos estruturais no organismo humano. Cada mineral é requerido em quantidades específicas, variando de microgramas a gramas por dia. O sódio, potássio, cálcio, magnésio, ferro, cobre, zinco e fósforo são os minerais de maior importância (CHAMPE; HARVEY, 1996).

Estudos feitos sobre a composição do ferro na polpa apresentou teor de 11,8 mg/100g, valor relativamente alto quando comparado a outros alimentos, a exemplo do jenipapo (3,4 mg/100g), beterraba (2,5 mg/100g), brócolis (2,6 mg/100g), entre outros. Portanto, pela quantidade, a polpa poderia ser considerada fonte de Ferro, porém, a sua absorção só seria facilitada na forma solúvel, ionizável e ultrafiltrável (SILVA et al., 2006). O Ferro presente no açaí forma compostos que são insolúveis e indisponíveis para absorção. A vitamina C, que

interfere no metabolismo do Ferro, facilitando a sua absorção, é encontrada em pequena quantidade e a população da região amazônica, ao contrário das regiões sul e sudeste do Brasil, tem o hábito de consumir o açaí puro, sem misturar com outras frutas. A mistura, principalmente com limão, laranja, cajá e demais frutas ricas em vitamina C, pode ser uma maneira, deste mineral, ser mais bem aproveitado pelo organismo, sem causar problema de toxidez (SILVA et al., 2006).

Na polpa, os principais carotenoides encontrados são o  $\beta$ -caroteno e a luteína com o equivalente de 0,16 mg/100g e 0,09 mg/100g respectivamente. Quimicamente são tetraterpenos e hidrocarbonados, acumulando-se na forma de pigmento nas raízes, flores, frutos e sementes, sendo considerado um dos maiores grupos de corantes naturais e fonte de vitamina A para o organismo humano. Os carotenoides juntamente com as vitaminas, são considerados substâncias quimiopreventivas para a saúde humana, funcionando como antioxidantes naturais bloqueando os radicais livres que danificam as membranas lipídicas em sistemas biológicos (SHAMI; MOREIRA, 2004).

Na polpa, os teores encontrados em vitaminas C, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> e B<sub>3</sub> são baixos, sobressaindo-se a vitamina E, apresentando um teor de 45 mg/100g, um antioxidante natural, agindo na eliminação de radicais livres (ROGEZ, 2000; COHEN, 2006).

O caroço do açaí que corresponde, em média, 85 % do fruto, utiliza-se de diversas formas, como por exemplo: na queima em caldeira (geração de vapor), na geração de energia elétrica, na alimentação de animais, na indústria farmacêutica, entre outras. Além desses aproveitamentos, distribui-se entre a microfibras (borra) que é utilizada como esfoliante e a fibra, que é utilizada em estofamento e encostos de carro, reforço em polímeros, em painel acústico e em vasos de xaxim. Já a amêndoa serve para a preparação de uma bebida com sabor café, no enriquecimento de alimentos como pães e bolachas, na fabricação de ração balanceada para animais (PEREIRA, 2010).

O caroço do açaí, como geração de vapor, possui um alto poder calorífico, em média 4.505 kcal/kg e o potencial energético em torno de 40.800 mwh/mês, com o uso de metodologia apropriada, são obtidos peletes naturais, sem compactação, os biocombustíveis de açaí, podendo ser utilizado em gaseificadores, caldeiras para geração de energia elétrica, fornos de padarias, fogões a biomassa, substituindo antigos ferros a carvão etc. (SILVA et al., 2004).

O Estado do Pará possui diversas áreas isoladas da rede de fornecimento de energia termoelétrica, com remotas possibilidades de fornecimento de energia hidrelétrica pelo sistema interligado das concessionárias de energia local, bem como a utilização de sistemas

abastecidos por derivados do petróleo. A composição química mostra que o caroço tem uma boa quantidade de celulose, lignina e um baixo teor de cinza e umidade que são de grande importância para a produção de briquetes. A briquetagem é uma boa alternativa tecnológica para se produzir energia de forma mais econômica, pois apresenta algumas vantagens em relação, a geração de energia por meio de termelétricas, como por exemplo: custo de operação baixo, proteção ao meio ambiente e custo reduzido no transporte de matéria prima (REIS et al., 2002).

O insumo energético sustentável sinaliza a biomassa como capaz de suprir as demandas aqui consideradas, apontando a necessidade do desenvolvimento de tecnologias nacionais adequadas à realidade amazônica, como a gaseificação, promovendo a redução da demanda por óleo diesel, além da geração de emprego e mais renda, fixando assim o homem no campo (XAVIER et al., 2006).

No caroço, estudo químico-bromatológico mostrou que a presença de macrominerais é relativamente baixa e ocorre um desbalanço entre os níveis de Ca e P. Estes resultados revelam o baixo valor nutritivo do caroço para alimentação de animal ruminante, e, principalmente, monogástricos, o que inviabiliza a utilização deste subproduto como alimento, salvo circunstância em que se busque incrementar a presença de fibra na dieta de ruminantes (TOWNSEND et al., 2001).

GOMES et al. (2009), estudando a utilização do caroço de açaizeiro em diferentes níveis (0, 5 10 e 15 %) na dieta sobre o desempenho de ovinos em crescimento em substituição do feno *coastcross* verificou que o caroço promoveu aumento no consumo de todos os componentes da dieta, bem como, melhorou o desempenho dos animais, sem comprometer a conversão alimentar, para os níveis estudados. O caroço, nas condições avaliadas, favorece elevação na intensidade de produção do sistema, logo, de acordo com as características de cada região, pode ser uma alternativa a ser considerada.

Estudos foram feitos para avaliar a viabilidade da utilização do caroço de açaí como substrato da fermentação em estado sólido (FES) para a produção de enzimas de interesse industrial (FARINAS et al., 2009).

Martins; Mattoso; Pessoa (2009), estudando as fibras do mesocarpo e o caroço do fruto do açaí para sua utilização em materiais compósitos polímeros, verificou que o comportamento térmico das fibras do açaí é semelhante ao do caroço e de outras fibras vegetais já utilizadas industrialmente na área de compósitos, o que abre novas e promissoras áreas para sua utilização.

Na base da copa, constituída pela reunião das bainhas e o ponto terminal do estipe, encontra-se um palmito de ótica qualidade e muito procurado pelas indústrias alimentícias. No final da década de 60, a exploração extrativista levou a indústria do palmito à escassez e ao colapso; principalmente pela redução da juçara (*E. edulis* Mart.), palmeira natural das regiões Sul e Sudeste do Brasil, por muito tempo, a única fornecedora da matéria prima para o mercado brasileiro. A palmeira juçara fornece um palmito de bom diâmetro, com boas qualidades organolépticas e um bom rendimento, mas apresenta apenas um estipe, o que provocou quase a extinção dessa espécie. Foi, nesta época, que o açazeiro passou a ter maior importância econômica em função da produção de seu palmito. Com a vantagem de se desenvolver em touceiras com numerosos perfilhos que, quando bem manejados, podem garantir colheitas constantes sem a eliminação da árvore, cuja touceira se regenera a cada colheita. Entretanto, o açazeiro produz palmito de diâmetro inferior e com características organolépticas menos atraentes. A totalidade dos palmitos encontrados hoje no mercado é oriunda dessa atividade. O Pará é o maior produtor de palmito em conserva do Brasil, o maior volume da produção é do açazeiro, e o Brasil, que é o maior produtor, consumidor e exportador mundial de palmito, está perdendo competitividade em virtude da qualidade desse palmito produzido (ROGEZ, 2000; LIMA, 2008).

As raízes do açazeiro são utilizadas como vermífugo. O estipe do açazeiro, na fase adulta e bem seco, é utilizado como esteio para construções rústicas, ripas, cercados, currais, paredes e caibros para coberturas de barracas, lenha para aquecimento de fornos de olarias, produtos de isolamento elétrico e também 30 % desses estipes podem ser cortados de 5 em 5 anos e destinados à fabricação de pastas e polpa de celulose para papel. As folhas do açazeiro, comumente, são usadas no meio rural para cobertura de barracas provisórias e fechamento de paredes. As folhas, ainda verdes e recém-batidas, e as bainhas dessas folhas, são utilizadas como excelente ração para bovinos e suínos, bem como após a decomposição servem de adubo orgânico para hortaliças e fruteiras. Após trituração, as folhas também fornecem matéria-prima para fabricação de papel (HOMMA, 2006).

### 1.1.7 Produção

A produção anual de cachos frutíferos por touceira do açazeiro depende da fertilidade, da umidade do solo, da pluviosidade e da luminosidade. Inicia a sua frutificação a partir do terceiro ano, ocorrendo à produção máxima entre cinco e seis anos de idade. Cada açazeiro

produz durante quatro a seis meses. Há, no Estuário Amazônico, dois períodos de produção de frutos bem distintos. A safra de inverno ou estação chuvosa, correspondente ao período de janeiro a junho, onde os frutos são colhidos em diferentes fases de maturação no mesmo cacho, que provoca uma depreciação do fruto, com coloração roxo-azulada, em menor quantidade, e de qualidade inferior. A safra de verão ou alta estação corresponde à época de agosto a dezembro, apresentando frutos com estágio de maturidade semelhante, o que contribui para uma maior quantidade de polpa e de melhor qualidade, com coloração vermelho-arroxeadada, com produção superior à safra de inverno (CALZAVARA, 1972; ROGEZ, 2000; FARIAS NETO et al., 2006).

#### 1.1.8 Mercado e comercialização

A produção do açaí, até o final do século XX, era predominantemente extrativista, utilizado apenas para o consumo doméstico, como alimento básico, principalmente pelos ribeirinhos e consumidores de baixa renda dos centros urbanos da Amazônia Oriental, consumido com farinha de mandioca e peixe, entre outros e pequena venda do excedente (NOGUEIRA, 1997).

Para a população ribeirinha, uma das mais rentáveis possibilidades comerciais proporcionadas pelo açazeiro são a produção e comercialização de seu fruto *in natura*. A produção de frutos para o mercado local é uma atividade de baixo custo e de excelente rentabilidade econômica, permitindo a instalação de agroindústrias e pontos de venda de açaí (HOMMA et al., 2006).

A agroindústria de frutos destaca-se como uma atividade estratégica para o desenvolvimento de regiões produtoras, uma vez que tem elevada capacidade de gerar emprego e renda, com demanda estável para produção de frutos, grande potencial de agregação de valor ao produto primário a partir do processamento e elaboração de sucos, polpas e doces (SILVA, 2006).

Desde a década de 90, as academias de ginástica descobriram o fruto e o seu valor energético, atribuído às propriedades nutricionais e elevado teor de pigmentos de antocianinas, benéficos à saúde e estética, entre outros, o que fez com que o açaí ganhasse espaço na mídia nacional e internacional (ALEXANDRE; CUNHA; HUBINGER, 2004; SILVA et al., 2006).

A partir deste fato, o açaí conquistou o mercado de quase todos os estados brasileiros e foi aceito por outros países, como Estados Unidos, Austrália e outros. O que proporcionou uma crescente demanda também entre os consumidores com maior nível de renda. Devido a essa demanda, cada vez maior do suco do fruto, houve aumento do preço para o consumidor. A produção extrativista não conseguiu acompanhar o aumento da demanda, o que ocasionou o plantio em terra firme, em função do crescimento do mercado de polpa de fruto, e as agroindústrias existentes introduziram o açaí na linha de produção, de forma a atender o mercado externo e interno (HOMMA et al., 2006; SANTANA; CARVALHO; MENDES, 2008).

No mercado de fruticultura nacional, o açaí lidera com uma exportação em torno de 500.000 t/ano. O Pará é o principal produtor de frutos do açaizeiro entre os estados, com 87,4 % da produção nacional, e entre os municípios, Limoeiro do Ajuru-PA, com 16,6 %. A receita gerada por esse produto, em 2009, foi de 165 milhões (IBGE, 2010). O açaí é a fruta que mais se destaca fora da região amazônica e se tornou um grande sucesso, consumido por milhões de admiradores (PINTO, 2011).

O Departamento Intersindical de Estudos Socioeconômicos (DIEESE-PA), em 20 anos de pesquisas, constatou uma escalada no preço do açaí nos primeiros cinco meses de 2010 o reajuste acumulado chegou à cerca de 80 % com a alta de preço recorde ocorrida no mês de maio/2010 de R\$ 3,76 por quilo pago ao extrativista. Dois fatores concorreram para esse aumento excessivo, a sazonalidade e o acréscimo nas demandas do mercado interno e externo. Com o aumento da demanda externa, o abastecimento local tem sofrido oscilações, uma vez que a oferta não acompanha na mesma proporção essa demanda. Para amenizar o déficit de oferta, os produtores passaram a buscar novas alternativas de exploração, como manejo de açazais, cultivo com sementes melhoradas, entre outras. Outro agravante no aumento do preço do produto é o intermediário, que obtém lucros desproporcionais, quando comparado ao rendimento do agricultor. A comercialização do açaí é distribuída no Pará da seguinte maneira: do total da produção, 20 % é consumida na área rural, 40 % na área metropolitana de Belém e 30 % exportados para o mercado nacional, especialmente Rio de Janeiro e São Paulo. 10 % são exportados para outros Países (TURINI, 2011).

### 1.1.9 Recursos genéticos

Recursos fitogenéticos podem ser compreendidos como a variabilidade de plantas que fazem parte da biodiversidade, de valor socioeconômico atual ou potencial para utilização em programas de melhoramento genético, biotecnologia e outras ciências afins. É onde se encontra a base biológica para a geração das tecnologias de ponta repassadas pela biotecnologia. As categorias referentes aos recursos fitogenéticos envolvem espécies silvestres, espécies de parentes silvestres das plantas cultivadas, raças locais de plantas, variedades de plantas, linhagens melhoradas, populações experimentais e linhagens com características genéticas e citogenéticas especiais, dentre outras (VALOIS; SALOMÃO; ALLEN, 1996; RAMOS et al., 2006).

De acordo com Nass (2001), recursos genéticos vegetais podem ser entendidos como o conjunto de materiais hereditários nos quais se busca soluções para as necessidades do mundo contemporâneo, tornando-se um recurso socioeconômico de fundamental importância para o desenvolvimento da agricultura e subsistência da humanidade, de forma sustentável. O autor ainda destaca o Plano de Ação Global para Recursos Genéticos, Agricultura e Alimentação (PGA), que foi aprovado na Conferência Internacional de Recursos Genéticos, em Leipzig (Alemanha, 1996) priorizando 20 atividades, dentre as quais a coleta e conservação, caracterização e avaliação de germoplasma.

Os recursos genéticos constituem uma parte da biodiversidade portadora de genes relevante para o melhoramento das espécies. Esses recursos são usados por meio do germoplasma, material que forma a base física da herança transmitida de uma geração para outra através de células reprodutivas. Uma amostra de germoplasma representativa da variação genética da população ou do indivíduo propagado clonalmente, denomina-se acesso (NASCIMENTO, 2008a).

#### 1.1.9.1 Coleta e conservação

As fontes de coleta são feitas em *habitat* silvestre, em terras cultivadas, na dispensa do agricultor, em quintal doméstico, no mercado ou em instituição. A razão de a coleta ser realizada nesses locais é devida a variabilidade, diversidade e identificação de raças (FORD-LLOYD; JACKSON, 1986; VALOIS, 2011).

Desde a era primitiva o homem, apenas com seu conhecimento empírico, já fazia diferenciação entre as plantas, coletando aquelas de interesse para a sua alimentação. O surgimento da agricultura caracteriza um ponto inicial da coleta de recursos genéticos que evoluiu no decorrer do tempo. Outro tipo de coleta, sobre a diversificação das espécies, surge com o mendelismo associado à teoria evolutiva de Charles Darwin e, nesta condição, Nikolai Vavilov foi um dos primeiros a compreender a importância da diversidade dentro das espécies cultivadas e seus parentes silvestres para o melhoramento genético (NASS, 2001).

A coleta dos recursos fitogenéticos é relevante nas espécies nativas devido à possibilidade de se obter acessos (amostra de germoplasma) que podem viabilizar o desenvolvimento de novo cultivo (CLEMENT, 2001).

A coleta de germoplasma é um conjunto de procedimentos que tem por objetivo a aquisição de organismos que contenham a herança genética de uma determinada espécie que se transmite de uma geração para outra por meio da reprodução. É realizada com base em uma metodologia própria, levando em consideração aspectos como o georeferenciamento, preenchimento dos dados de passaporte, retirada e acondicionamento das amostras, representatividade da coleção a ser resguardada, dentre outros (EMBRAPA-BA, 2008).

A Embrapa Amazônia Oriental, a partir do ano de 1984, começou a fazer coleta visando à conservação de germoplasma de açazeiro, em diversas localidades de ocorrência dessa palmeira em seu *habitat*, em pomares caseiros e plantios comerciais, motivada em decorrência da extração excessiva e indiscriminada de palmito no Estuário Amazônico, entre 1970 e 1990. O critério adotado para coleta foi à presença de características desejáveis para fruto, efetuada entre os anos de 1984 a 1988 em 146 matrizes onde foram obtidos os materiais de propagação, frutos e perfilhos, sendo que este último não teve pegamento. Entretanto, as sementes germinadas formaram o Banco de Germoplasma de Açai (BAG-Açai). Além da Embrapa, outras instituições vêm praticando coletas, com intuito de formar coleções e bancos de germoplasma para subsidiar programas de melhoramento genético para frutos e para palmitos (LIMA; COSTA, 1997; OLIVEIRA; MOCHIUTTI; FARIAS NETO, 2009).

Na coleta de recursos genéticos, há necessidade de registrar dados, que constitui a matéria prima do pesquisador, denominados de passaporte, acrescidos das seguintes informações: código do coletor, instituição coletora, nome científico e vulgar, data da coleta (mês e ano), local, coordenadas geográficas, topografia, fontes de coleta, estado da amostra, hábito de crescimento, acesso cultivado e outras complementares (VALOIS, 2011).

A expansão das fronteiras agrícola e urbana e o extrativismo predatório provocam destruição de *habitats*, havendo redução de diversas espécies de plantas e animais, causando



rápida e profunda erosão da diversidade genética ou até a extinção dessas espécies. Outra forma de ocorrência de erosão genética é devido à introdução de cultivares melhorada, de diversidade genética mais restrita, em substituição a variedades domésticas e raças locais. Estas ações antrópicas motivaram a conservação dos recursos genéticos, como uma atividade científica, proposta nos anos 70 para prevenção da erosão genética e para o melhoramento da produtividade agrícola. A conservação de recursos genéticos nos ecossistemas é um procedimento de sustentabilidade da biodiversidade, de modo a preservar o máximo de variabilidade genética, evitando-se o risco de erosão genética, causada pelas atividades humanas, com o objetivo de produzir o maior benefício às gerações atuais e futuras, e compreende a preservação, manutenção, utilização, restauração e melhoria do ambiente natural. As sementes constituem a forma mais simples de armazenamento de recursos genéticos, por meio das quais a espécie sobrevive o máximo de tempo, com reduzida atividade biológica, onde a espécie armazena a si própria. No decorrer do tempo, quando armazenadas, dependendo das condições de temperatura, umidade e das características da germinação inicial, perdem vigor e viabilidade, sofrendo alterações bioquímicas, fisiológicas e genéticas. Nestas condições, há necessidade de se fazer a regeneração, principalmente quando o poder germinativo sofre uma redução para aproximadamente 85 % em relação à germinabilidade inicial, obtendo sementes novas e vigorosas (QUEROL, 1993; NASS, 2001; VALOIS; NASS; GOES, 2001).

Grande parte das espécies de plantas superiores possui propagação por meio de semente. Um número considerável de espécies produzem sementes ortodoxas, isto é, sementes que podem ser desidratadas para aproximadamente 5 % do teor de umidade inicial e armazenadas a aproximadamente -18°C. Este procedimento prolonga a vida útil das sementes de maneira previsível e é adotado, como forma de armazenamento, pela maioria dos bancos de sementes (ROBERTS, 1973).

Nas regiões tropicais e subtropicais, sementes de diversas espécies arbóreas, arbustivas, nativas e também espécies cultivadas de importância econômica como dendezeiro (*Elaeis oleifera* [Kunth.] Cortes), coqueiro da Bahia (*Cocos nucifera* L.), seringueira (*Hevea brasiliensis* M. Arg.) e cacauero (*Theobroma cacao* L.), não suportam desidratação e baixa temperatura, quando armazenadas, sob essas condições, são danificadas e perdem a viabilidade. Estas sementes são chamadas recalcitrantes (ROBERTS, 1973; ROBERTS; ELLIS, 1989). O açazeiro (*Euterpe oleracea*) também se caracteriza como uma espécie recalcitrante (NASCIMENTO, 2008b).

As sementes de espécies como *Coffea* spp e *Citrus* spp toleram desidratação a níveis relativamente baixos de teor de umidade, mas não suportam temperaturas abaixo de zero, ocorrendo danificação. Estas sementes são denominadas de intermediárias (ELLIS; HONG; ROBERTS, 1990). As sementes recalcitrantes e intermediárias necessitam de métodos de conservação específicos (ENGELMANN, 1997).

Um dos métodos empregados para esses tipos de sementes é a técnica de cultura de tecido, estabelecendo-se bancos de germoplasma *in vitro* (ENGELMANN, 1997). Esta técnica tem sido aplicada com sucesso para a conservação de numerosas espécies de importância econômica tais como cafeeiro (*Coffea arabica* L.), morangueiro (*Fragaria* spp.), banananeira (*Musa* spp.), mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), batata (*Solanum* spp.), batata-doce (*Ipomea batatas* L.) e videiras (*Vitis* spp.), a criopreservação também vem sendo usada na conservação de algumas espécies (BAJAJ, 1995).

Há duas estratégias básicas de conservação de recursos genéticos: conservação *ex situ* e conservação *in situ*. A conservação de germoplasma *ex situ* (fora do seu ambiente natural) constitui-se em uma atividade essencial em decorrência da necessidade da preservação do patrimônio genético, evitando que o material seja extinto, principalmente devido à pressão antrópica sobre os biomas exaustivamente explorados, como o que vem acontecendo na Amazônia, além de subsidiar programas de melhoramento genético. Inicialmente, a comunidade de ciência e tecnologia (C&T) buscou essa estratégia para conservação, através de coleções de plantas no campo, de sementes que suportam armazenamento a longo prazo ou de coleções de plântulas em bancos *in vitro*. Esta estratégia de conservação possui elevado custo. Entretanto, à medida que a comunidade C&T avançava na tarefa da coleta, tornava-se quase que impossível coletar todo material genético, devido a esse fato, surgiu à ideia da conservação *in situ* (na área de ocorrência natural), recomendada quando a espécie não estiver em risco de extinção (SANTOS, 2000; VALOIS et al., 2011).

Esta estratégia de conservação foi decretada pela Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB, 1992) e definida como “a conservação de ecossistemas e *habitats* naturais e a manutenção e recuperação de populações viáveis de espécies em seu meio natural e, no caso de espécies domesticadas ou cultivadas, no meio em que desenvolveram suas propriedades distintas”. Esta definição inclui dois grupos de recursos, um sobre as espécies e populações silvestres afins das populações cultivadas, conservadas em áreas protegidas ou manejadas em ecossistemas de uso comum e fora de áreas protegidas. O outro se refere às populações cultivadas, geralmente domesticadas, chamadas de variedades ou raças primitivas, tradicionais ou crioulas, conservadas nas áreas agrícolas de origem, como nos jardins e hortas

domésticas, e nas roças e campos cultivados denominada de conservação *on farm* (CLEMENT et al., 2007). Este tipo de conservação, também foi definido por Brown (2000) como a “manutenção da biodiversidade agrícola presente dentro e entre populações de muitas espécies usadas diretamente na agricultura ou usadas como fontes de genes, nos *habitats* onde tal diversidade emergiu e continua a crescer”.

Na conservação *ex situ*, de acordo com NASS (2001), os recursos genéticos vegetais apresentam variabilidade inter e intraespecífica, que, em grande parte, são manejados e organizados nos bancos de germoplasma, que formam a estrutura física onde as coleções são conservadas na forma de células, tecidos, sementes ou plantas. A conservação de acessos em bancos de germoplasma é de grande relevância, uma vez que constituem fonte de genes para incorporar em materiais domesticados e/ou geneticamente melhorados, contribuindo para adaptação, aumento da produtividade agrícola e manutenção da diversidade genética em espécies cultivadas, principalmente em populações provenientes de ancestrais selvagens (DIOLA, 2005; MATA, 2010). Além dessa forma de conservação *ex situ*, existem outras como os jardins clonais e botânicos, arboretos, herbários e DNA genômico.

A conservação de germoplasma de açaizeiro pode ser feita na forma *in situ* e *ex situ*. Como as sementes do açaizeiro são recalcitrantes, a conservação *ex situ* só é viável nas formas *in vivo*, *in vitro* e criopreservação, sendo que, até o momento, o único procedimento utilizado é o *in vivo*. O Brasil possui o maior banco de germoplasma do açaizeiro, sendo o BAG-açaí da Embrapa Amazônia Oriental o maior entre eles, formado por 212 acessos, progênies de polinização livre, a maior parte procedente de coletas realizada no período de 1984 a 2000, instalada em Belém e Tomé-açu, em solos de terra firme, com características variáveis. Cento e vinte e quatro acessos, estão em Belém, procedentes de 25 localidades, plantados no ano de 1985, em linhas, no espaçamento de 5m x 3m e representado por um número variável de plantas e mais oito acessos da espécie *E. edulis* e *E. precatoria*. Em Tomé-açu, há 80 progênies oriundas de Afuá, Chaves e Anajás, plantadas em 2001, em delineamento experimental, com produção na entressafra e frutos do tipo violáceo, verde, chumbinho e açu. A Embrapa do Amapá possui o segundo maior banco, formado por 175 gacessos originários de municípios da Ilha de Marajó e do Amapá, instalados em 2001, em solos de várzea, em delineamento experimental. O Instituto agrônomo de Campinas (IAC) possui 90 acessos, constituindo o terceiro maior banco. Outras instituições possuem menor número de acessos conservados como pomar experimental. Este tipo de conservação requer custo elevado de manutenção com expressivo número de mão de obra, mas é de fundamental

importância para a caracterização e avaliação de descritores e auxiliar os programas de melhoramento (OLIVEIRA; MOCHIUTTI; FARIAS NETO, 2009).

#### 1.1.9.2 Caracterização e avaliação

Em programas de melhoramento genético, a seleção de genótipos com características desejáveis é uma das fases mais importantes, tornando imprescindível a caracterização e identificação do germoplasma, atividades realizadas pela maioria dos pesquisadores, o que implica, tradicionalmente, no uso de descritores botânicos, morfológicos e agronômicos (BLANK et al., 2004; CHIORATO, 2004).

A caracterização de germoplasma constitui a descrição e o registro de características qualitativas e/ou quantitativas. Os descritores qualitativos são estáveis, de fácil mensuração, não numerosos e de alta herdabilidade, nos níveis morfológicos, citogenéticos, bioquímicos ou moleculares do indivíduo, os quais são pouco influenciados pelo ambiente em sua expressão fenotípica. Os descritores quantitativos são fortemente influenciados pelo ambiente, o que dificulta a seleção, uma vez que possuem baixa herdabilidade, frequentemente estão ligados às características de valor econômico e contribuem para o processo de adaptação e produção de genótipos. Por meio da caracterização morfoagronômica, é possível identificar quais materiais possuem características genéticas desejadas e quantificar a variabilidade e a diversidade, o que possibilita a seleção de genótipos promissores, seja para a indicação de cultivo ou para a sua utilização nos programas de melhoramento genético e, ou atender demandas de mercado (VALLS, 2007).

A avaliação tem por objetivo a obtenção de um número limitado de dados agronômicos e proporciona resultados que possibilitam a utilização do germoplasma no melhoramento genético. A avaliação é composta das fases preliminar e complementar. A avaliação preliminar é direcionada para o registro de um número adicional limitado de características tidas como convenientes, por consenso dos utilizadores de determinada cultura, como ciclo, altura da planta, porcentagem de germinação e resistência à doença. Enquanto a avaliação complementar expressa a qualidade, a tolerância e a produtividade (SOBRAL, 2009).

Na seleção de genótipos potencialmente úteis é comum o emprego de critérios morfoagronômicos, para identificação das variedades que podem apresentar grande diversidade fenotípica relacionada à divergência genética de uma espécie cultivada. Nesse

processo, é muito importante a elaboração de listas de descritores, pois são essenciais para a caracterização e avaliação de germoplasma. Os descritores selecionados referem-se aos atributos ou caracteres observados ou mensurados no germoplasma. No banco de germoplasma, o descritor é uma particularidade que permite discriminar um acesso do outro de uma mesma cultura (VALOIS, 2011).

Na página eletrônica da *Bioversity International* vinculada ao CGIAR (*Consultative Group on International Agricultural Research*), há listas completas de descritores, principalmente para a maioria das espécies de importância econômica. Entretanto, para o açaizeiro ainda não há nenhuma lista de descritores disponível. Apenas uma lista preliminar de 28 descritores em acessos do Banco de germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental foi elaborada e, posteriormente, foi desenvolvido um trabalho sobre seleção de descritores morfoagronômicos, o qual recomendou uma lista de 22 descritores (OLIVEIRA; FERREIRA; SANTOS, 2006).

#### 1.1.10 Divergência genética das matrizes

Na avaliação da divergência genética entre genótipos, duas técnicas podem ser empregadas, a biométrica, que utiliza a análise dialélica, que avalia a capacidade de combinação entre os genitores e a heterose manifestada nos híbridos resultantes do cruzamento, porém, em plantas perenes, a aplicação desta técnica não é adequada, devido ao alto custo e o longo prazo de execução. Outra técnica são os métodos preditivos, que utilizam métodos multivariados como análise por componentes principais, medidas de distância e análise de agrupamento, entre outros, tendo por base as variações morfológicas, fisiológicas e moleculares entre os genitores na determinação da divergência genética (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2006).

##### 1.1.10.1 Análise multivariada

A objetividade da pesquisa científica só começa depois da escolha das variáveis e das metodologias de análise, antes disto à atividade científica é completamente subjetiva. Os caracteres analisados por estatística univariada apresentam menor precisão na seleção de genótipos superiores, na determinação da diversidade fenotípica e genética, nas medidas que

visem à redução de custos e na otimização de coleções (PEREIRA, 1989). Geralmente, as variáveis são correlacionadas entre si e quanto maior o número de variáveis, mais complexa torna-se a análise por métodos comuns de estatística univariada.

A estatística multivariada corresponde a um grande número de métodos que utilizam simultaneamente todas as variáveis na interpretação teórica do conjunto de dados obtidos, colocando em evidência as associações, semelhanças ou diferenças entre elas e sintetização da estrutura de variabilidade dos dados, com perdas mínimas de informação. A principal justificativa para a utilização da análise multivariada é o fato de nenhuma variável conseguir, individualmente, caracterizar de maneira adequada o elemento amostral ou mesmo discriminar os fatores em estudo com relação a qualquer critério empregado individualmente na análise (MINGOTI, 2007; SARTORIO, 2008; STÄHELIN et al., 2011).

Os métodos de análise multivariada têm finalidades bem diversas entre si e são escolhidos de acordo com os objetivos da pesquisa. Quando o interesse é, especificamente, selecionar descritores morfoagronômicos quantitativos e estimar a divergência genética no trabalho, destacam-se os métodos de análise por componentes principais (ACP) e análise por agrupamento (AA) (MOITA NETO, 2004).

Outras técnicas de análise multivariada são utilizadas como a análise de correspondência e variáveis canônicas. Para dados discretos, originados de variáveis categóricas, em tabelas de contingências, a análise de correspondência é apropriada (JOLLIFFE, 2007; SILVA, 2008). A análise de variáveis canônicas é adequada para dados quantitativos provenientes de experimentos, realizados de acordo com os princípios básicos da experimentação, onde são obtidas as matrizes de covariâncias fenotípicas e covariâncias residuais, estimando-se os resíduos, o que pouco acontece em caracterizações de germoplasma com muitos dados (CRUZ; CARNEIRO, 2006).

Um aspecto importante na utilização dessas técnicas é a padronização dos dados, que, geralmente, se apresentam com medidas ou escalas diferentes, que podem distorcer a estrutura dos componentes ou agrupamentos, ou seja, a variável que possuir maior dispersão tem um peso mais elevado, influenciando as técnicas de componentes principais e agrupamento. A padronização faz com que seja atribuído o mesmo peso para cada variável. Há vários métodos de padronização como o score padrão ou variável reduzida ( $Z$ ), em que a variável transformada apresenta média 0 e desvio padrão 1; range (-1 a 1), em que a variável padronizada tem amplitude 1; range (0 a 1), a variável padronizada apresenta variação de 0 a 1; máxima amplitude, a variável transformada assume o valor máximo de 1; média 1,

transforma a variável de maneira que apresente média 1, e desvio padrão 1, transforma a variável de forma que apresente desvio padrão 1 (FÁVERO et al., 2009).

Análises multivariadas vêm sendo utilizadas em diversas espécies agrossilviculturais como o cupuaçuzeiro, *Theobroma grandiflorum* (ALVES et al., 2003), algodão, *Gossypium hirsutum*, (CARVALHO et al., 2003) e guaranazeiro, *Paulinia cupana* (NASCIMENTO FILHO et al., 2001; SOUSA, 2003), contribuindo para maiores conhecimentos do germoplasma. Mas, em coleções de palmeiras, ainda há pouco trabalhos utilizando esses métodos como os trabalhos em pupunheira, *Bactris gasipaes* (MARTEL et al., 2003); açazeiro, *Euterpe oleracea* (OLIVEIRA, 2005); dendezeiro, *Elaeis guineensis* Jacq. (SANTOS, 2010) e macaúba, *Acrocomia aculeata* (MANFIO, 2010).

#### 1.1.10.2 Análise de componentes principais (ACP)

A ACP é uma técnica multivariada de interdependência aplicada a uma matriz de dados multidimensionais com o propósito de sintetizar o número de variáveis originais e inter-relacionada, mediante a representação por um novo conjunto de variáveis não correlacionadas entre si, denominadas de componentes principais, com perda mínima da informação original (variância). Desta forma, a variância contida em  $p$  variáveis iniciais é substituída pela informação presente em  $k < p$  componentes principais (JOLLIFFE, 2007).

Os componentes principais são as novas variáveis geradas através dessa transformação matemática especial realizada sobre as variáveis originais. Cada componente principal é uma combinação linear das variáveis observadas, de maneira a maximizar a variância total explicada. Duas são as características dos componentes principais que os tornam mais efetivos que as variáveis originais para a análise do conjunto das amostras. A primeira é que as variáveis originais podem guardar entre si correlações que são suprimidas nos componentes principais, tornando-os ortogonais entre si, não correlacionados. Deste modo, cada componente principal traz uma informação estatística diferente das outras. A segunda característica é que as variáveis originais tem a mesma importância estatística, enquanto que os componentes principais têm importância estatística decrescente, de modo que o primeiro componente principal é o mais importante, porque retém a maior proporção da variância total, o segundo explica uma quantidade de variância menor e, assim, sucessivamente (HAIR et al., 2009).

Obtidos os componentes principais, os genótipos podem ser representados como uma nuvem de pontos em um sistema de eixos ortogonais. A avaliação da diversidade por análise de componentes principais apresenta uma boa visualização gráfica quando a variância total distribui-se nos dois ou três primeiros componentes principais. A variabilidade entre os caracteres avaliados é bem explicada somente por estes componentes, facilitando a interpretação, permitindo a representação gráfica em 2D ou 3D, onde os eixos são formados pelos escores dos respectivos componentes. No caso desse limite não ser atingido, a análise é complementada com dispersões gráficas tomadas em relação aos componentes sucessivos. A representação gráfica permite observar se os indivíduos estão dispostos de forma homogênea ou se alguns estão dispersos fora da nuvem central de pontos (*outliers*). A ACP é sensível à presença de *outliers*, podendo prejudicar a qualidade dos resultados, é recomendável verificar se houve engano na digitação dos dados, caso contrário, podem-se formar grupos isolados com esses indivíduos atípicos (CRUZ; CARNEIRO, 2006).

A ACP, na área de recursos fitogenéticos, tem sido usada para a avaliação da diversidade fenotípica, avaliar uniformidade em cultivos, estimar variabilidade total disponível em um grupo de genótipos e na discriminação de caracteres mais importantes, de modo a descartar aqueles que pouco contribui para a variância total, reduzindo o número de caracteres utilizados na caracterização e avaliação de germoplasma (CRUZ; CARNEIRO, 2006).

#### 1.1.10.2.1 Determinação do número de componentes principais

Na utilização da técnica de ACP, há necessidade de decidir sobre o número de componentes principais. Há vários critérios que pode auxiliar na tomada de decisão como o da raiz latente (critério de Kaiser), do gráfico *scree plot* e da porcentagem de variância. Pelo critério da raiz latente escolhe-se o número de componentes a reter, em função do número de autovalores acima de um, pois, no mínimo, o componente deve explicar a variância de uma variável original; e deve ser usado quando os componentes são determinados a partir da matriz de correlação e, portanto, não podem ser interpretados individualmente. O critério do *scree plot* é usado para identificar o número ótimo de componentes, com base na construção de um gráfico, onde os autovalores são plotados no eixo Y e o número de componentes no eixo X, de acordo com a ordem de extração. A partir do ponto em que o gráfico passa a se tornar mais horizontal reflete o indicativo máximo do número de componentes a ser extraído.



Pelo critério da porcentagem da variância, escolhe-se um número mínimo necessário cujo somatório das porcentagens atinja um valor desejado, geralmente o valor é entre 70 e 80 %, sendo este critério o mais utilizado (FÁVERO et al., 2009).

Martel et al. (2003), utilizando componentes principais, analisaram 15 descritores morfológicos para caracterizar, morfometricamente, 80 acessos de três raças amazônicas de pupunheiras (*Bactris gasipaes* Kunth) ao longo dos rios Amazonas e Solimões, no Banco de Germoplasma do INPA, Manaus-AM. Na análise de divergência genética, os dois primeiros componentes explicaram 59,2 % da variação e sete descritores foram descartados por contribuírem pouco, em termo de variação, no conjunto de descritores avaliados.

Ruiz e Alencar (2004), empregando componentes principais, estudaram 10 variáveis fenológicas e seis meteorológicas da palmeira patauá (*Oenocarpus bataua* Martius) na Reserva Florestal Adolpho Ducke em ecossistema de terra-firme, Manaus-AM. Através da análise verificou que os dois primeiros componentes explicaram 89,6 % da variabilidade total. Dentre as 16 variáveis avaliadas, a precipitação e a insolação foram as variáveis abióticas que apresentaram alto poder discriminatório na formação da variação dos primeiros componentes.

Oliveira; Ferreira; Santos (2006) utilizaram análise de componentes principais em 87 acessos de açaizeiro da coleção de germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA, onde foram avaliados 28 descritores morfoagronômicos. Observou que a variância não se concentrou em poucos componentes, como nos casos anteriores, sendo que os dois primeiros componentes explicaram 35,8 % da variação total, que ficou diluída até o décimo sétimo componente principal, respondendo por 96,77 % de toda a variação disponível na coleção de germoplasma e que nenhum deles, sozinho, foi capaz de resumir um volume de informação satisfatório. Seis caracteres foram eliminados por apresentarem alta correlação com caracteres selecionados.

Santos (2010), estudando, por meio de componentes principais, populações subespontâneas constituídas de 85 árvores de dendezeiro, com base em cinco variáveis selecionadas ao acaso em três ambientes divergentes para topografia e tipo de solos na região baixo sul da Bahia, no município de Taperoá-BA, numa área de aproximadamente 100 ha (100 plantas/ha) verificou que os dois primeiros componentes explicaram 58 %, 65 % e 61 % da variação total dos dados, para os ambientes de Baixada, Mamédio e Beira Mar, respectivamente.

Ressalta-se que a distribuição da variância pode estar correlacionada à natureza e ao número de caracteres utilizados na análise, havendo concentração nos primeiros componentes,

quando se analisam poucos caracteres agronômicos ou de um mesmo grupo, como de plantas, floração, frutos e agronômicos (BARROS, 1991; PEREIRA; VENCOSKY; CRUZ, 1992).

#### 1.1.10.2.2 Descarte de caracteres redundantes

A ACP também tem sido empregada como ferramenta para o descarte de variáveis que pouco contribui para a diferenciação de genótipos. O descarte de caracteres redundantes, através da ACP, surgiu a partir da metodologia proposta por *Jolliffe* (1972, 1973), que avaliou vários métodos de descarte de variáveis reais e simuladas. Dois métodos, com base em correlação múltipla, dois baseados em análise de agrupamento e quatro utilizando a ACP. Com base nesta última técnica, concluiu que os resultados mais apropriados foram obtidos quando o número de caracteres a ser descartados fosse igual ao número de componentes principais de autovalor (variância) inferior a 0,7. *Mardia; Kent; Bibby* (1979) complementaram este método, indicando para eliminação o caráter que apresentasse o maior coeficiente de ponderação em valor absoluto (autovetor) associado ao componente principal de menor autovalor a partir do último componente até o limite de 0,7. *Cruz* (1990) chamou este método de seleção direta.

Comumente, a caracterização da variabilidade de germoplasma tem sido feita por um grande número de caracteres, em razão de não se conhecer a contribuição de cada um. Este fato acarreta maior custo, mão de obra e tempo. Há necessidade de eliminar os caracteres considerados redundantes, por estarem correlacionados a outros, uma vez que concentram pouca informação, sem perda considerável na precisão da caracterização, principalmente se forem de difícil mensuração, baixa variabilidade e estabilidade de expressão. *Pereira* (1989) foi o primeiro a utilizar esse método estudando 28 descritores botânicoagronômicos em 280 acessos do Banco Ativo de Germoplasma de mandioca, da Embrapa, descartando 50 % desses descritores, havendo redução do trabalho e simplificação na interpretação dos dados.

*Cury* (1993), em trabalho sobre avaliação de 30 acessos de mandioca, com base em 20 caracteres, procedeu ao descarte de variáveis de acordo com a proposta realizada por *Jolliffe* (1972, 1973) e *Mardia; Kent; Bibby* (1979), porém, introduziu modificação em que a cada descarte, o conjunto de dados remanescentes era novamente reanalisado, obtendo-se, assim, novos autovalores e autovetores. A análise continuava até não ser mais possível diferenciar os maiores autovetores no último componente principal, ou pela inconsistência de descartar caracteres não redundantes. Ao final de cada análise era observada a matriz de correlações

fenotípicas para auxiliar na eliminação dos caracteres redundantes. Nesse trabalho, quando a avaliação foi realizada sem modificação da metodologia original, o descarte foi de 65 % dos descritores. Entretanto, com o uso da metodologia modificada, houve um descarte de apenas 30 % dos descritores, sem perda significativa de informação e concluiu que o número de descritores a ser descartado não deve ser pré-fixado, como na seleção direta. Cruz (1990) denominou esta metodologia de seleção com reanálise.

Strapasson (2000) também modificou a metodologia da seleção direta quando trabalhou com um número de acessos inferior ao número de caracteres que estavam distribuídos em cinco grupos, avaliando cada um desses grupos com base na metodologia da seleção direta, descartando os redundantes. Posteriormente, com os descritores pré-selecionados, de cada grupo, efetuou uma última análise para definir o conjunto final de descritores e verificou que, de 40 caracteres avaliados, apenas oito foram importantes na caracterização dos acessos, com redução de 86 % desses caracteres.

Martel et al. (2003) analisaram 15 descritores morfológicos em 80 acessos de pupunheira, utilizando a metodologia modificada por Cury (1993), e eliminaram 33,33 dos descritores.

Oliveira; Ferreira; Santos (2007), também usaram a metodologia modificada por Cury (1993) em 87 acessos de açazeiro da Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA, avaliados em 28 descritores morfoagronômicos, obteve uma redução de seis caracteres, correspondendo a 21,43 %, proporcionando menores custos e trabalho na caracterização e avaliação de açazeiro para frutos. Quando usou a seleção direta, foram descartados 18, equivalendo a 64,28 % dos caracteres.

No descarte dos descritores redundantes, foram adotados três procedimentos: o primeiro é a seleção direta (JOLLIFFE, 1972, 1973; MARDIA; KENT; BIBBY, 1979), bastante empregada para a eliminação de caracteres de germoplasma, principalmente quando se trabalha com caracteres morfoagronômicos, com elevado número de acessos. O segundo adotado é a seleção direta com reanálise, observando a correlação de Pearson (CURY, 1993), o que confere maior segurança na eliminação dos descritores redundantes. O terceiro é o de Strapasson (2000), indicado quando o número de acessos é inferior ao número de caracteres.

#### 1.1.10.2.3 Eficiência do descarte

O uso de componentes principais para eliminação de caracteres redundantes é criticado por alguns pesquisadores, uma vez que podem ser descartadas algumas variáveis que possuem pesos elevados nos primeiros componentes que, frequentemente, detêm a maior parte da variância total (PEREIRA; VENCOSK; CRUZ, 1992). A eficiência do descarte é feita comparando o poder discriminante do conjunto de descritores originais com os dos descritores selecionados (ALVES et al., 2003). Cury (1993) avaliou a eficiência do descarte comparando os agrupamentos dos acessos, com base nos caracteres originais e selecionados, através do método de otimização de Tocher e concluiu que a perda de variância é normal no descarte, quando se trabalha com muitos caracteres.

Em açaizeiro (OLIVEIRA; FERREIRA; SANTOS, 2006) avaliaram 87 acessos, com base em 28 caracteres do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA e verificaram que os selecionados foram capazes de quantificar a diversidade fenotípica formando um número maior de grupos, pelo método de Tocher, sem perda significativa de informação.

Além desses métodos, outras metodologias são utilizadas para fazer comparação dos agrupamentos de forma a avaliar a eficiência de descarte como o uso de dendrograma (BEKELE et al., 1994) e também por meio de medidas de similaridade, através de estimativas do coeficiente de correlação entre os pares de componentes ( $r_1$ ) e entre dois conjuntos de componentes ( $Q_1$ ). Strapasson (2000) utilizou esta última metodologia trabalhando com um número de acesso inferior ao número de caracteres.

#### 1.1.10.3 Medidas de similaridade e dissimilaridade genética

Na caracterização de germoplasma, há necessidade de se utilizar medidas de distâncias para se decidir se pares de genótipos podem ser considerados similares ou não. Se cada genótipo possui informações de  $p$  variáveis, armazenadas em um vetor, a comparação entre vetores pode ser feita através de medidas métricas. As medidas de dissimilaridade mais comuns apropriadas para dados quantitativos são a distância euclidiana, a distância euclidiana média, a distância generalizada de Mahalanobis e a distância de Minkowsky (MINGOTI, 2007; HAIR et al., 2009).

A distância euclidiana entre dois indivíduos  $X_i$  e  $X_j$   $i \neq j$ , é definida por:

$$d(X_i, X_j) = \sqrt{\sum_{k=1}^p (X_{ik} - X_{jk})^2}$$

Onde:  $X_{ik}$  é o valor da variável  $k$  referente ao indivíduo  $i$ ;

$X_{jk}$  é o valor da variável  $k$  referente ao indivíduo  $j$

Os dois indivíduos são comparados em cada variável pertencente ao vetor de observações e  $p$  é o número de variáveis.

Esta medida é afetada pela mudança na escala de medições, pelo o número de caracteres estudados e por não levar em consideração o grau de correlação entre os caracteres (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004). Para resolver o problema das escalas métricas dos caracteres padronizam-se os dados, tornando-os independentes de unidades de medida e para contornar a influencia do número de caracteres, deve-se considerar a dissimilaridade média entre pares de genótipos utilizando a distância euclidiana média (MINGOTI, 2007; HAIR et al., 2009).

A distância euclidiana média entre dois indivíduos  $X_{ik}$  e  $X_{jk}$ ,  $i \neq j$  é uma medida de dissimilaridade, definida como a raiz quadrada da soma dos quadrados das diferenças entre os pares de matrizes ( $i$  e  $j$ ) sobre  $p$  caracteres. A expressão matemática é:

$$d(X_i, X_j) = \sqrt{\frac{1}{p} \sum_{k=1}^p (X_{ik} - X_{jk})^2}$$

Corresponde à raiz do número de pares discordantes sobre o número total de pares. Neste caso, quanto menor o valor da distância, maior será a similaridade dos indivíduos comparados.

Entretanto, não se resolveu o problema da correlação entre as variáveis que pode, também, distorcer a medida, tornando os eixos dos gráficos de dispersão oblíquos e não ortogonais. Para solucionar este inconveniente, a melhor alternativa para dados quantitativos, é a distância generalizada de Mahalanobis, ajustando as intercorrelações entre as variáveis, sendo, portanto, uma medida comparável ao coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e pode ser estimada a partir das médias dos dados originais e da matriz de covariâncias residuais.

A distância generalizada de Mahalanobis entre dois indivíduos  $X_i$  e  $X_j$ ,  $i \neq j$ , é definida por:

$$D^2 = d(X_i, X_j) = [(X_i - X_j)' S_{p \times p}^{-1} (X_i - X_j)]^{1/2}$$

Onde:  $S_{p \times p}^{-1}$  é a matriz de variância covariâncias residuais; e  $X_i$  e  $X_j$  são os vetores de médias para os indivíduos  $i$  e  $j$ , respectivamente.

Esta medida é apropriada para dados provenientes de experimentos, onde se dispõe da matriz de variância e covariância residuais e em situações em que há correlação entre os caracteres, entretanto, se a correlação for nula, equivale a distância euclidiana recomendada em avaliação de genótipos em que não há repetições (CRUZ, 2006).

A distância de Minkowsky entre dois indivíduos  $X_i$  e  $X_j$ ,  $i \neq j$ , é definida por:

$$d(X_i, X_j) = \left[ \sum_{k=1}^p w_k |X_{ik} - X_{jk}|^\lambda \right]^{1/\lambda}$$

Em que:  $w_k$  são os pesos de ponderação para a variável e  $\lambda$  é um número inteiro que assume os valores um ou dois. Para  $\lambda = 1$ , esta distância é conhecida como city block ou Manhattan e para  $\lambda = 2$ , tem-se a distância euclidiana. A métrica de Minkowsky é menos afetada pela presença de valores discrepantes na amostra do que a distância euclidiana, entretanto, é raramente empregada em pesquisa envolvendo com recursos genéticos vegetais (MINGOTI, 2007; KARIA, 2008; HAIR et al., 2009).

#### 1.1.10.4 Análise de agrupamento (AA)

As medidas de dissimilaridade estimada entre os genótipos já indica o nível de distância que há entre eles. Mas, o número de estimativas é relativamente elevado, principalmente quando se tem grande número de genótipos, o que torna, às vezes, impraticável o reconhecimento de grupos homogêneos por um simples exame visual. Daí a necessidade do uso de métodos que agrupem os genótipos, com base nas medidas de dissimilaridade, como uma das melhores alternativas para conhecer a variabilidade entre genótipos, bem como análise e interpretação dos dados (CRUZ; CARNEIRO, 2006).

Os métodos multivariados usados podem ser as análises de componentes principais, mais empregadas para simplificar variáveis, as variáveis canônicas e as análises de agrupamento utilizadas, amplamente quando o objetivo é verificar, em plantas perenes, a taxonomia de híbridos naturais, origem e evolução, diferenciação de populações, clones, procedências, progênies e avaliação da diversidade fenotípica e divergência genética. O estudo de divergência genética possibilita a seleção de genitores divergentes, combinações híbridas de maior efeito heterótico e/ou heterozigosidade, entre outros, que atendem a determinados fins por propiciarem informações acerca do grau de semelhança ou de diferença entre duas ou mais unidades amostrais como tratamentos, indivíduos, acessos, populações, genótipos, etc. (REGAZZI, 2006).

Há inúmeros métodos de agrupamento, que se distinguem pelo tipo de resultado a ser fornecido e pelas diferentes formas de definir a proximidade entre um indivíduo e um grupo já formado, ou entre dois grupos quaisquer. Essa técnica consiste em reunir  $n$  unidades amostrais, empregando os valores de  $p$  variáveis (caracteres), por meio de algum critério, para agrupar as unidades em classes, de modo que as unidades similares estejam na mesma classe. O agrupamento é formado de duas fases: na primeira, gera-se uma matriz de dissimilaridade entre as unidades amostrais, objeto de revisão na seção anterior, resultando em  $n(n-1)/2$  pares de distâncias. Na segunda fase, adota-se um algoritmo de agrupamento sobre esta matriz gerada, para classificar e ligar os grupos homogêneos. A finalidade dessa análise é reunir as unidades em grupos, mutuamente exclusivos, de modo que os indivíduos pertencentes a um mesmo grupo sejam homogêneos entre si, em relação às características avaliadas, e os indivíduos de grupos diferentes sejam heterogêneos, em relação a estas mesmas características. Entretanto, é importante ressaltar que essa análise não diferencia variáveis relevantes das irrelevantes, então a inclusão de variáveis irrelevantes pode desvirtuar os resultados (MINGOTI, 2007; FÁVERO et al., 2009).

As técnicas de agrupamento empregam qualquer uma dessas medidas de dissimilaridade, mas no caso de variáveis quantitativas, tem sido mais utilizada a distância euclidiana média ou Mahalanobis, sendo esta mais precisa quando os dados são avaliados em experimentos com repetições. Entretanto, quando há interesse na caracterização de dados dos caracteres avaliados sem o uso da experimentação e ortogonais, a medida mais apropriada é a distância euclidiana média (CRUZ; CARNEIRO, 2006).

Os métodos mais utilizados para estimar a divergência genética são o hierárquico e o não hierárquico ou de otimização. O ponto comum desses métodos é maximizar a diferença entre grupos e minimizar a distância das variáveis dentro do grupo. Entretanto, as diferenças

entre eles é que, no hierárquico, não há obrigatoriedade de se conhecer, *a priori*, o número de grupos que serão formados pelo conjunto de observações, como também, é o único que permite a formação de dendrograma (HAIR et al., 2009).

Nos métodos de agrupamento não hierárquicos, o algoritmo usado não estabelece relação de hierarquia, o processo é dinâmico, iterativo e com maior capacidade de analisar um grande número de observações; têm por objetivo encontrar uma partição de **n** objetos em **k** grupos mutuamente exclusivos, havendo coesão ou similaridade interna e separação dos grupos formados, ou seja, dissimilaridade entre grupos por meio da maximização ou minimização de alguma medida de similaridade ou dissimilaridade pré-definida. Para se buscar a melhor partição de ordem **k**, deve ser utilizado um critério. Como, praticamente, é difícil criar todas as partições possíveis de ordem **k** e decidir qual seria a mais adequada, são necessários processos que investiguem algumas das partições possíveis, com intuito de encontrar a partição “quase ótima”. Neste método, o número de grupos deve ser antecipadamente definido e, em dada fase do agrupamento, novos grupos são formados, por meio da divisão ou união dos grupos já formados nas etapas anteriores. Isto implica que, se num determinado passo do processo, dois indivíduos aparecem no mesmo grupo, não necessariamente eles estarão juntos na partição final, conseqüentemente, não é possível a construção de dendrogramas (MINGOTI, 2007; HAIR et al., 2009).

Há diversos métodos de agrupamento não hierárquicos disponíveis na literatura, entre os quais, o método das *k*-médias, Tocher e Tocher modificado. O método de Tocher é bastante empregado no estudo da divergência genética e se caracteriza por ser um método que utiliza um único critério de agrupamento do tipo simultâneo, o qual estabelece a separação das unidades amostrais em grupos, de uma só vez; e possui a particularidade de apresentar a distância média dentro dos grupos sempre menor que a distância média entre os grupos. Com base na matriz de dissimilaridade, inicialmente, busca-se agrupar o par de indivíduos que apresenta a menor distância média entre todos os pares de indivíduos, formando o grupo inicial. A partir daí, analisa-se a possibilidade de alocar novos indivíduos, de acordo com o critério adotado. A inclusão de um indivíduo em um grupo sempre aumenta o valor médio da distância dentro do grupo FÁVERO et al., 2009).

Desta forma, a entrada de um indivíduo ou não em um grupo é que o valor médio da distância dentro do grupo não deve ser superior a um valor máximo estabelecido ( $\theta$ ) adotado como o maior valor das estimativas de dissimilaridade encontrado no conjunto das menores distâncias que envolvem cada indivíduo (CRUZ, 2008). No estudo de diversidade genética, pode-se, ainda, utilizar o método de agrupamento de Tocher com critério de aglomeração



inverso denominado de sequencial ou modificado, que alterou o procedimento de agrupamento efetuado pelo método de Tocher passando-o de método simultâneo (original) para sequencial. Este método forma um número de grupos menor e não sofre influência das unidades mais distantes já agrupadas. O método muda a forma de reunir as unidades e gera grupos que podem ser de grande interesse em determinadas áreas da pesquisa (VASCONCELOS *et. al.*, 2007).

As técnicas hierárquicas são mais utilizadas e se caracterizam por manter uma hierarquia entre as sucessivas configurações de agrupamento. Apresentam dois tipos de processos de agrupamento, os métodos aglomerativos e os divisivos. Os métodos aglomerativos, partem do princípio de que no início do processo de agrupamento há  $n$  grupos, cada um com um indivíduo. No passo seguinte, os dois grupos mais similares são unidos para formar um novo grupo, o processo continua, sempre pela união dos dois grupos mais semelhantes, o processo encerra no momento em que todos os grupos considerados formam um único grupo com  $n$  indivíduos. Os métodos divisivos, inversamente, partem do princípio de que os  $n$  indivíduos formam um grande e único grupo, que é separado em dois grupos mais homogêneos internamente e diferentes entre si, cada grupo é dividido novamente, nas mesmas condições anteriores e, assim, sucessivamente, até a formação de  $n$  grupos, cada um, formado de um indivíduo. Em cada fase de agrupamento, os grupos são comparados através de um método que define como a distância entre dois grupos será computada (MANLY, 2008).

Uma característica importante dos métodos hierárquicos é que os resultados de uma fase anterior são sempre unidos com os resultados de uma fase posterior, apresentando semelhança com a estrutura de uma árvore, denominado de dendrograma. Neste gráfico, a escala vertical indica o nível de similaridade e no eixo horizontal, são marcados os indivíduos numa ordem conveniente relacionada à história de agrupamento (MINGOTI, 2007). O dendrograma desses métodos possibilita a identificação dos grupos homogêneos e a delimitação desses grupos, onde o corte ideal acontece nos pontos de alta mudança de nível, ou seja, antes que ocorram saltos muito grandes (FÁVERO *et al.*, 2009).

Os métodos hierárquicos aglomerativos são os mais usados e de maior interesse em trabalhos com recursos e melhoramento genéticos. Existem diversos métodos para formação dos agrupamentos entre os quais os métodos do vizinho mais próximo, vizinho mais distante, média das distâncias e Ward.

O método do vizinho mais próximo ou ligação simples (*single linkage*) baseia-se na distância mínima, entre dois grupos de indivíduos, buscando agrupar inicialmente os indivíduos separados pela menor distância. O primeiro grupo é formado pelos dois indivíduos

que possuïrem a menor distância entre eles (vizinho mais próximo). Na fase seguinte, será ligado a este grupo, o indivíduo que tiver a menor distância entre eles, e assim, sucessivamente até que se chegue a um único grupo.

Dado dois grupos  $C_l$  e  $C_k$ , a distância entre eles é representada pela distância mínima de qualquer ponto de um grupo até qualquer ponto do outro grupo:

$$d(C_l, C_k) = \min [d(X_l, X_k), l \neq k],$$

onde,  $d(X_l, X_k)$ : distância entre as observações  $X_l$  e  $X_k$ , pertencente aos grupos  $C_l$  e  $C_k$ , respectivamente.

Esse método consegue detectar grupos irregulares e elipsoidais, porém apresenta pouca capacidade de detectar grupos compactos (FÁVERO et al., 2009).

O método do vizinho mais distante ou ligação completa (*complete linkage*) baseia-se na distância máxima entre todos os pares de possibilidades de observações nos dois grupos. O método agrupa indivíduos, cuja distância entre os mais afastados seja menor.

Dado dois grupos  $C_l$  e  $C_k$ , a distância entre eles é representada pela distância máxima de qualquer ponto de um grupo até qualquer ponto do outro grupo:

$$d(C_l, C_k) = \max [d(X_l, X_k), l \neq k]$$

Esse método forma grupos mais compactos e constituídos de indivíduos muito similares entre si. Entretanto, é afetado por medidas discrepantes e frequentemente não apresenta um elevado grau de concordância com a estrutura inicial dos dados (MINGOTI, 2007).

O método da média das distâncias ou ligação média (*average linkage*) pode ser utilizado com ponderação (*weighted Paired Group Method Using Arithmetic Averages* - WPGMA) ou sem ponderação (*Unweighted Paired Group Method Using Arithmetic Averages* - UPGMA). Este último é o mais usado, principalmente em genética molecular, que trata a distância entre dois grupos como sendo a distância média entre todos os pares de indivíduos dos dois grupos, buscando agrupar os agregados cuja distância média é menor.

Dado dois grupos ( $i$  e  $j$ ) e ( $k$ ), a distância entre eles é representada da seguinte maneira:

$$d_{(i,j)k} = \text{média} \{d_{ik}, d_{jk}\}$$

Essa técnica, ao contrário do vizinho mais próximo e do vizinho mais distante, utiliza o valor médio e tem a vantagem de não precisar de valores extremos e de se usar todos os indivíduos do grupo, em vez de um único par de extremos. Consegue unir grupos com pequenas variâncias, mas é propenso a formar grupos com a mesma variância e, em geral, produz melhores partições que os métodos de ligação simples e completa (FÁVERO et al., 2009).

O método de Ward é fundamentado na mudança de variação entre e dentro dos grupos que estão sendo formados em cada passo do agrupamento. Este procedimento é também denominado de mínima variância. Nesta técnica, inicialmente, cada indivíduo é considerado um único grupo e são calculadas as médias das variáveis para cada grupo; em seguida é calculado o quadrado da distância euclidiana entre estas médias, somam-se os quadrados das distâncias para todos os indivíduos e, a cada passo, a soma de quadrados dentro de grupos é minimizada em relação ao conjunto de todas as possíveis configurações obtidas pela junção de dois grupos.

Dado dois grupos  $C_l$  e  $C_k$ , a distância entre eles é representada da seguinte maneira:

$$d(C_l, C_k) = \left( \frac{n_l n_k}{n_l + n_k} \right) (\bar{X}_l - \bar{X}_k) (\bar{X}_l - \bar{X}_k),$$

Onde,  $n_l$  e  $n_k$  são os números de indivíduos nos grupos  $C_l$  e  $C_k$ , respectivamente.

O método opera melhor em relação à matriz dos dados originais do que na matriz de dissimilaridade, uma vez que emprega como medida de distância a soma de quadrados dentro de cada grupo. Entretanto, tende a formar grupos com poucos indivíduos e também, com, aproximadamente, o mesmo número. Adota como base principal, os princípios de análise da variância (MINGOTI, 2007).

## 2 CARACTERIZAÇÃO E DIVERGÊNCIA GENÉTICA EM GERMOPLASMA DE AÇAIZEIRO (*Euterpe oleracea* Mart.) DO NORDESTE PARAENSE

### 2.1 INTRODUÇÃO

O açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) distribuiu-se naturalmente por toda a Amazônia brasileira, desde o norte do Maranhão, indo do litoral Atlântico até os arredores de Parintins ao sul do rio Amazonas, sendo encontrado em abundância no estuário do rio Amazonas (NOGUEIRA; CALZAVARA; MÜLLER, 1995). É relatado como espécie de ocorrência natural em áreas permanentemente ou temporariamente inundáveis, como igapós e várzeas, portanto, altamente adaptadas a essas condições (MENEZES NETO; ALVES; OLIVEIRA, 1995; CARVALHO; NASCIMENTO; MÜLLER, 1998). Na foz do rio Amazonas, além das regiões inundáveis, os povos amazônicos localizados nas áreas de ocorrências naturais ao longo dos anos vêm realizando cultivo espontâneo nos seus quintais, adaptando plantas em terra firme por um processo de seleção automática, quando depositam as sementes que sobram da produção de suco (CONCEIÇÃO, 2007).

Os produtos derivados do extrativismo do açaizeiro, fruto e palmito, ocupam lugar de destaque na economia do Estado do Pará. Os frutos são de fundamental importância para a subsistência de algumas populações ribeirinhas, pelo alimento que proporcionam e pela comercialização do excedente familiar. A divulgação dos efeitos nutricionais benéficos do açaí na mídia escrita e televisiva e a grande procura por corantes naturais, especialmente os vermelhos, foram responsáveis pela crescente demanda e contribuíram para o seu conhecimento nas demais regiões do Brasil e de outros países, induzindo a expansão do mercado de fruto e polpa deste produto, passando a ser também consumido por outras classes de maior poder aquisitivo. Como consequência desta expansão a área colhida vem aumentando significativamente com taxa média anual de aproximadamente 58 %, possivelmente devido ao aumento de área cultivada e manejo de açaizais, colocando a produção de açaí também numa base produtiva, além do extrativismo, o que contribui para que lidere o mercado da fruticultura nacional, tornando o Estado do Pará o maior produtor do mundo (SANTANA; CARVALHO; MENDES, 2008).

No ano 2009, a produção ultrapassou 650 mil toneladas de fruto segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), fornecida pela Secretaria de Estado de Agricultura (SAGRI). No mesmo levantamento, a Secretaria, aponta que a área

plantada de açaí no Pará, até 2008, era de 59,2 mil hectares. A cadeia produtiva, que envolve a produção, transporte, processamento, industrialização e comercialização, mobiliza mais de 300.000 famílias de 54 municípios.

De acordo com Turini (2011), 60 % de todo açaí produzido no Estado pelas indústrias, cooperativas e beneficiadoras paraenses são consumidos no próprio mercado. Um volume expressivo de 30 % é consumido em outros Estados do Brasil, com destaque para o Rio de Janeiro, São Paulo e Bahia, o restante vai para o exterior, tendo como principais clientes os Estados Unidos da América, Japão, Austrália e Inglaterra. Recentemente, as agroindústrias, cooperativas e beneficiadoras do açaí receberam concessão de crédito do governo federal através da Secretaria de Política Agrícola do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (SAMPAIO, 2011). Este incentivo impõe condições básicas, onde a matéria prima tem que ser adquirida diretamente dos produtores rurais por um preço não inferior ao mínimo fixado.

O incremento das exportações de polpa congelada e de outros produtos obtidos dos frutos provocou a escassez do refresco de açaí no Pará, em especial em Belém, maior centro consumidor da região, o que tem contribuído para a elevação dos preços, notadamente no período de entressafra que acontece de janeiro a junho, ocasionando sérios problemas socioeconômicos, pois o açaí é a base alimentar da população paraense, principalmente a de baixa renda.

Naturalmente que essas mudanças necessitam de adaptações no padrão agrícola, quanto aos aspectos de germoplasma para cultivo, manejo de plantas, manejo e conservação de solo e controle fitossanitário. Entretanto, a maioria desses plantios foi efetuada em condições de terra firme e sem o devido suporte da pesquisa, no que diz respeito à oferta de sementes oriundas de cultivar produtiva, e com características agroindustriais superiores devido à carência de pesquisas nessa área. Os plantios comerciais implantados a partir de sementes com características desconhecidas e não selecionadas, poderão não apresentar bom desempenho devido o açaizeiro ser planta de fecundação cruzada, alógama, o que favorece a segregação de suas características morfológicas e produtivas, resultando na formação de plantios heterogêneos, com produções desuniformes e de baixo rendimento de frutos e polpa (NOGUEIRA; FIGUEIREDO; MÜLLER, 2005).

Esses cultivos começaram a surgir, em função da demanda e pelo fato de a exploração extrativista apresentar vários problemas como baixa produtividade, menos de (5t/ha), baixo rendimento de frutos por cacho (50 %) e de polpa por fruto (7 %), produção centrada no segundo semestre (agosto a novembro), irregularidade na maturação dos frutos, variação na

tonalidade violácea dos frutos maduros, plantas com caule solitário ou com variações para perfilhamento, com baixa tolerância ao estresse hídrico, dentre outros, além da dificuldade na colheita, uma vez que a maioria das populações naturais ocorre em áreas de várzea (OLIVEIRA et al., 2007; SANTANA; CARVALHO; MENDES, 2008). Vale ressaltar que a maior parte da produção de frutos ainda é extrativista.

As ações de pesquisa visando o desenvolvimento de tecnologia de manejo e plantio, e melhoramento genético do açaizeiro, no Estado do Pará, ainda são recentes. Há necessidade de se domesticar a espécie, de modo a obter cultivos racionais que poderão disponibilizar aos produtores cultivares para utilização em diferentes agroecossistemas, com boas características de produção, qualidade de fruto e resistência a doenças e pragas. Neste sentido a caracterização e a divergência genética de germoplasma constituem em atividades essenciais para resguardar o patrimônio genético e para subsidiar programa de melhoramento, em função da elevada variabilidade genética natural desta espécie, que leve a sua completa domesticação (NASCIMENTO, 2008a).

Desta forma, a caracterização descritiva, seleção de descritores e análise de divergência genética são etapas importantes no melhoramento de plantas, obtidas por meio das análises multivariadas, instrumentos úteis no estudo de espécies perenes, com base em caracteres morfoagronômicos (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004).

Estes estudos favorecem um melhor conhecimento do germoplasma disponível e auxiliam na escolha de parentais apropriados, permitindo identificar combinações de maior heterozigose e de maior efeito heterótico, que propiciem a geração de ampla variabilidade genética passível de seleção (REIF; MELCHINGER; FRISCH, 2005).

Apesar da grande importância desta espécie para economia do Estado do Pará como gerador de trabalho e renda para a agricultura familiar e a expectativa de uma demanda cada vez maior, há necessidade de se conhecer melhor seu potencial genético, ainda pouco estudado, no que se refere à coleta, conservação e avaliação, visando identificar sua variabilidade genética e sua capacidade produtiva com intuito de que possa ser usado no melhoramento genético.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi caracterizar e quantificar a divergência genética entre matrizes de açaizeiro procedentes de seis municípios do Nordeste Paraense, com utilização de caracteres morfoagronômicos, de modo a verificar a variabilidade fenotípica, selecionar caracteres, estabelecer grupos de matrizes com características morfoagronômicas semelhantes e indicar grupos de matrizes com maior potencial agrônomo.

## 2.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.2.1 Área de estudo

As expedições para a coleta de germoplasma de açaizeiro foram realizadas nos municípios de Belém (cidade, Ilha do Combu e Ilha do Mosqueiro), Capitão Poço, Ourém, Santarém Novo, Salinópolis e São João de Pirabas localizados no Nordeste Paraense no período de agosto a dezembro de 2009, época de maior concentração de produção de frutos, (Figura 1). As informações foram obtidas levando-se em consideração o conhecimento dos agricultores, tomando-se plantas distantes umas das outras, em franca produção e georreferenciadas.

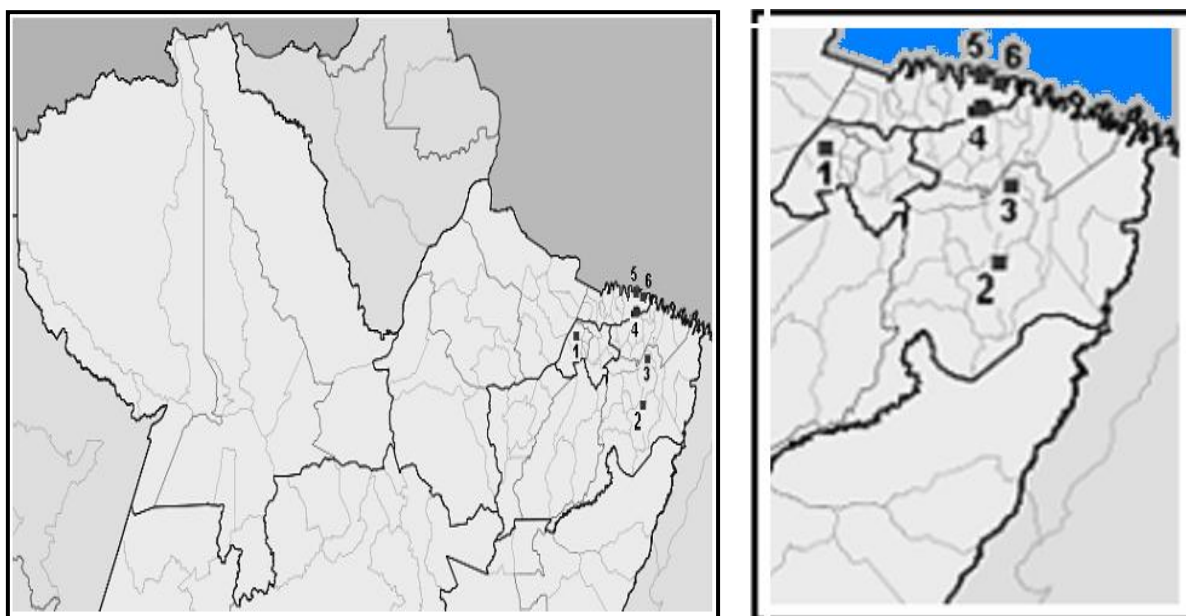


Figura 1. Municípios do Estado do Pará em que foram coletadas 129 matrizes de açaizeiro: 1) Belém, 2) Capitão Poço, 3) Ourém, 4) Santarém Novo, 5) Salinópolis, 6) São João de Pirabas. Belém-PA, UFRA, 2012.

Um total de 129 matrizes de açaizeiro foi amostrado e tomado dados de 22 caracteres morfoagronômicos quantitativos relativos à planta (5) referentes aos estipes, folhas e frutos (6) e agronômicos (11). Os caracteres da planta avaliados foram:

- 1) Número de estipes por planta (NEP), obtido pela contagem dos estipes da planta;
- 2) Altura do estipe (AE), corresponde ao comprimento do estipe mais velho da planta a partir do ponto de inserção das folhas até a emissão das raízes e expressa em metros (m);
- 3) Número de folhas (NF), obtido por meio da contagem de todas as folhas existentes no estipe mais velho da planta, com exceção das senescentes;

- 4) Circunferência do estipe à altura do peito (CAP), corresponde à circunferência do estipe mais velho da planta tomada à altura do peito e expressa em centímetros (cm);
- 5) Comprimento do entrenó (CEN), referente à distância entre os nós (cicatrices foliares) do estipe mais velho da planta, tendo como ponto de partida a altura do peito para baixo e expresso em centímetros (cm).

Os caracteres dos frutos foram avaliados em 10 frutos retirados aleatoriamente. Os caracteres mensurados foram:

- 6) Diâmetro longitudinal do fruto (DLF), a medida longitudinal foi aferida em paquímetro digital e expressa em milímetros (mm);
- 7) Diâmetro transversal do fruto (DTF) a medida equatorial foi aferida em paquímetro digital e expressa em milímetros (mm);
- 8) Peso do fruto (PF), determinado pela média do peso de 10 frutos, efetuado em balança de precisão e expresso em gramas (g);
- 9) Peso da semente (PS) obtido pela média do peso de 10 frutos após a retirada da parte comestível (epicarpo e mesocarpo), efetuado em balança de precisão e expresso em gramas (g);
- 10) Peso da polpa (PP), calculado pela diferença entre os caracteres PF e PS e expresso em gramas (g);
- 11) Rendimento de polpa por fruto (RPF), calculado pela razão entre os caracteres PP e PF e expresso em porcentagem.

Os caracteres agronômicos avaliados foram:

- 12) Peso do cacho (PC), obtido pela média do peso dos cachos em produção, em balança digital do tipo dinamômetro e expresso em quilogramas (kg);
- 13) Peso de frutos por cacho (PFC), obtido pela média dos pesos dos frutos dos cachos em produção, em balança digital do tipo dinamômetro e expresso em quilogramas (kg);
- 14) Rendimento de frutos por cacho (RFC), calculado pela razão entre os caracteres PFC e PC e expresso em porcentagem;
- 15) Número de ráquias por cacho (NRC), obtido pela média das ráquias dos cachos;
- 16) Número de frutos por ráquila (NFR), calculado pela média dos frutos das ráquias;
- 17) Número de frutos por cacho (NFC), calculado pela média dos frutos dos cachos;
- 18) Número de cachos por planta (NCP), obtido pela contagem de todos os cachos da planta;
- 19) Peso de 100 frutos (PCF), obtido pela média dos pesos de 100 frutos retirados dos cachos, em balança digital do tipo dinamômetro e expresso em gramas (g);



- 20) Circunferência do cacho (CIC) obtida pela média das circunferências dos cachos e expressa em centímetros (cm);
- 21) Comprimento do cacho (CC ), obtido pela média dos comprimentos dos cachos e expresso em centímetros (cm);
- 22) Produção total de frutos (PTF), obtida pela pesagem de todos os frutos colhidos na planta, em balança digital e expressa em quilogramas (kg).

## 2.2.2 Análises genético-estatísticas

### 2.2.2.1 Caracterização morfoagronômica

A caracterização da variabilidade das matrizes foi obtida com base na variação dos caracteres morfoagronômicos, pela aplicação da distribuição de frequências, estimação de parâmetros estatísticos (amplitude de variação, média, variância, desvio padrão, coeficiente de variação) e análise da variância univariada com estimação de parâmetros genéticos.

Os caracteres de produção rendimento de polpa por fruto, rendimento de frutos por cacho e produção total de frutos também foram analisados pela dispersão dos dados de cada caráter em relação à média, em unidades de desvios padrão. A probabilidade de se obter uma amostra superior ao maior valor observado para produção total de frutos também foi estimada de acordo com as propriedades da curva normal, citadas por Ramalho; Ferreira; Oliveira (2005). Os dados de contagem e de porcentagem foram transformados pela raiz quadrada e arco seno. Para utilização das técnicas estatísticas multivariadas, os dados dos caracteres morfoagronômicos foram padronizados.

#### 2.2.2.1.1 Análise da variância univariada

Os 22 caracteres das 129 matrizes foram submetidos, preliminarmente, à análise da variância com duas fontes de variação, entre e dentro de matrizes, a fim de verificar a possível existência de variabilidade genética entre matrizes.

O modelo matemático utilizado foi:  $X_{ij} = \mu + t_i + \varepsilon_{ij}$  onde:

$X_{ij}$  = valor observado da matriz da localidade  $i$  correspondente à repetição  $j$ ;  $\mu$  = média geral;  $t_i$  = efeito da matriz por localidade  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, 10$ , sendo  $t_i \sim \text{NID}(0, \sigma_t^2)$ );  $\varepsilon_{ij}$  = erro aleatório, associado a  $X_{ij}$  sendo  $\varepsilon_{ij} \sim \text{NID}(0, \sigma_e^2)$ .

### 2.2.2.2 Análise da divergência genética

Para avaliar a divergência genética entre as matrizes e classificá-las em grupos de similaridade, foram empregados métodos multivariados, como análise por componentes principais, medida de distância euclidiana média e os métodos de agrupamento de otimização de Tocher e de UPGMA.

#### 2.2.2.2.1 Estimação da variância genética por componentes principais

Na análise de componentes principais foi utilizada a matriz de correlações de Pearson com dados centrados e reduzidos (JOLLIFFE, 2007).

##### 2.2.2.2.1.1 Correlações fenotípicas

O coeficiente de correlação de Pearson foi utilizado para estimar as correlações fenotípicas entre os caracteres das matrizes e subsidiar na decisão de descarte de caracteres redundantes no método de seleção com reanálise. Este coeficiente é representado por  $r_{xy}$  e assume valores entre -1 e 1. O sinal indica a direção, se a correlação é positiva ou negativa e a magnitude da variável indica a força da correlação.

O coeficiente de correlação de Pearson foi calculado segundo a seguinte fórmula:

$$r_{xy} = \frac{\text{cov}(X_i, Y_j)}{\sqrt{\text{var}(X_i) \cdot \text{var}(Y_j)}} \quad \text{Onde } i = j = 1, 2, \dots, n$$

O teste t, de Student foi utilizado para verificar a existência de significância de  $r_{xy}$ , ao nível de 5 % de probabilidade, calculado pela seguinte fórmula

$$t_c = \frac{r_{xy}}{S_r}$$

$t_c$  é o teste calculado de Student com n-2 graus de liberdade

$$S_r = \sqrt{\frac{1 - r^2}{n - 2}}$$

$S_r$  é o erro padrão do coeficiente de correlação

O modelo de componentes principais com k-componentes e p-variáveis ( $k < p$ ) utilizado foi o de Dillon; Goldstein (1984), de acordo com a equação abaixo:

$$CP_1 = \gamma_{11}X_1 + \gamma_{12}X_2 + \dots + \gamma_{1p}X_p$$

$$CP_2 = \gamma_{21}X_1 + \gamma_{22}X_2 + \dots + \gamma_{2p}X_p$$

.....

$$CP_k = \gamma_{k1}X_1 + \gamma_{k2}X_2 + \dots + \gamma_{kp}X_p$$

onde:

$CP_i \rightarrow$  são os i-ésimos componentes principais ( $i = 1, 2, \dots, k$ );

$\gamma_{ij} \rightarrow$  são coeficientes que medem a importância das variáveis na composição de cada componente;

$X_j \rightarrow$  são as j-ésimas variáveis ( $j = 1, 2, \dots, p$ ).

#### 2.2.2.2.1.2 Seleção de caracteres e eficiência de descarte

A identificação de caracteres redundantes foi realizada, inicialmente, por seleção direta proposta por Jolliffe (1972, 1973) e Mardia; Kent; Bibby (1979), a qual preconiza que o caráter a ser descartado é aquele que apresenta o maior autovetor no componente principal de menor autovalor, a partir do último componente até aquele cujo autovalor não seja superior a 0,70. Posteriormente foi usado o método gradual de descarte, seleção com reanálise, proposta por Cury (1993); o qual recomenda que, a cada descarte, seja realizada uma nova análise com os caracteres remanescentes, sendo obtidos novos autovalores e autovetores, observando os coeficientes de correlação de Pearson para auxiliar no descarte do caráter redundante e na importância relativa do caráter para o potencial agrônomo das matrizes. O procedimento foi interrompido quando o caráter a ser descartado apresentou correlação com todos os já descartados, cessando o descarte a partir desta etapa e foram descartados aqueles que não contribuíram significativamente para diferenciação entre eles.

A avaliação da eficiência do descarte de caracteres redundantes foi realizada pelo método de Tocher, fazendo a comparação dos agrupamentos, por procedências, formados pelos caracteres originais com os selecionados.

#### 2.2.2.2.2 Estimativas das dissimilaridades genéticas

A expressão matemática da distância euclidiana média empregada para estimar a dissimilaridade entre duas matrizes de açazeiro  $X_{ik}$  e  $X_{jk}$ ,  $i \neq j$ , a partir dos caracteres selecionados na ACP, é:

$$d(X_i, X_j) = \sqrt{\frac{1}{p} \sum_{k=1}^p (X_{ik} - X_{jk})^2}$$

Em que  $X_{ik}$  é o valor do caráter  $k$  referente à matriz  $i$ ,  $X_{jk}$  representa o valor do caráter  $k$  para a matriz  $j$  e  $p$  é o número de caracteres.

#### 2.2.2.2.3 Método de Tocher

Este método foi utilizado para estabelecer a formação dos diferentes grupos de matrizes. Assim, tem-se:

A distância entre o indivíduo  $k$  e o grupo formado pelos indivíduos  $ij$  é dado por:

$$d_{(ij)k} = d_{ik} + d_{jk}$$

A entrada, ou não, do indivíduo  $k$  no grupo é feita considerando-se o seguinte:

Se  $\frac{d_{(grupo)k}}{n} \leq \theta$ , inclui-se o indivíduo  $k$  no grupo;

Se  $\frac{d_{(grupo)k}}{n} > \theta$ , o indivíduo  $k$  não é incluído no grupo;

$n$  é o número de indivíduos que constitui o grupo original;

$\theta$  é um valor fornecido pelo programa.

Esta técnica também foi usada para avaliação da eficiência de descarte.

#### 2.2.2.2.4 Método UPGMA

O Método UPGMA foi utilizado na delimitação dos grupos, de forma a estabelecer um dendrograma que pudesse identificar grupos de matrizes. A distância entre um indivíduo  $k$  e um grupo formado pelos indivíduos  $ij$  é dada por:

$$d_{(ij)k} = \text{média} \{d_{ik}, d_{jk}\}$$

Todas essas análises foram executadas utilizando o aplicativo computacional em genética quantitativa e estatística experimental versão 2009 7.0 “PROGRAMA GENES” (CRUZ, 2006; 2008).

## 2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 2.3.1 Caracterização das matrizes

As matrizes coletadas, os municípios do Nordeste Paraense, os pontos de coleta, o posicionamento global e o clima constam na Tabela 1. Cento e vinte e nove matrizes foram coletadas em seis municípios do Nordeste Paraense, no município de Belém (86) em três localidades, na cidade de Belém (4), Ilha do Mosqueiro (6) e Ilha do Combu (76); em Capitão Poço (18), Ourém (3); Santarém Novo (7); Salinópolis (7) e São João de Pirabas (8). Os pontos de coleta compreenderam terrenos planos e ondulados, ambientes antropizados de terra firme, como quintais caseiros e pequenas propriedades, e de várzeas, como margens de baías e rios.

Nestes municípios, foram observados os tipos climáticos Afi e Ami, definidos por *Köppen* (SUDAM, 1984). O município de Belém é caracterizado pelo tipo climático Afi, cuja precipitação pluviométrica é, aproximadamente, de 2700 mm anuais, apresentando uma época chuvosa e outra menos chuvosa. Os municípios de Capitão Poço, Ourém, Santarém Novo, Salinópolis e São João de Pirabas estão influenciados pelo tipo climático Ami, clima de transição entre o Afi e o Awi, com nítida estação chuvosa de dezembro a maio, com estação de seca de dois a três meses e precipitação pluviométrica anual de 2500 a 3000 mm. As médias anuais das umidades relativas dos municípios variaram entre 80 e 90 % e as médias anuais das temperaturas foram situadas entre 26 e 38 °C.

Tabela 1. Caracterização do ponto de coleta de 129 matrizes de açazeiro em seis municípios do Nordeste Paraense quanto à coordenada geográfica e ao clima. Belém-PA, UFRA, 2012.

MATRIZ	MUNICÍPIO	PONTO DE COLETA	COORDENADA GEOGRÁFICA	CLIMA
EO-001	Belém	Tv. Lomas	FUSO 22 / E = 785321,519 / N = 9839863,229	Afi
EO-002	Belém (Ilha de Mosqueiro)	Baía do Sol	FUSO 22 / E = 786327,535 / N = 9882639,403	Afi
EO-003	Belém (Ilha de Mosqueiro)	Baía do Sol	FUSO 22 / E = 797006,569 / N = 9882003,053	Afi
EO-004	Belém (Ilha de Mosqueiro)	Baía do Sol	FUSO 22 / E = 744514,345 / N = 9882443,995	Afi
EO-005	Belém (Ilha de Mosqueiro)	Baía do Sol	FUSO 22 / E = 795707,385 / N = 9882250,067	Afi
EO-006	Belém (Ilha de Mosqueiro)	Baía do Sol - Bairro do Ipixuna - BL	FUSO 22 / E = 794902,499 / N = 9881666,776	Afi
EO-007	Belém (Ilha de Mosqueiro)	Baía do Sol	FUSO 22 / E = 794902,499 / N = 9881666,776	Afi
EO-008	Belém	UFRA – Reitoria	FUSO 22 / E = 785178,499 / N = 9839169,524	Afi
EO-009	Belém	UFRA –	FUSO 22 / E = 785178,324 / N = 9839015,854	Afi
EO-010	Belém	UFRA – ICA	FUSO 22 / E = 785023,774 / N = 9839108,232	Afi
EO-011	São João de Pirabas	Boa Esperança	FUSO 23 / E = 253649,066 / N = 9991304,549	Ami
EO-012	São João de Pirabas	Boa Esperança	FUSO 23 / E = 253638,381 / N = 9918053,773	Ami
EO-013	São João de Pirabas	Vila de jararaca	FUSO 23 / E = 241022,122 / N = 9910979,760	Ami
EO-014	São João de Pirabas	Sto Antônio do Raposa	FUSO 23 / E = 236722,379 / N = 9911100,203	Ami
EO-015	Salinópolis	Vila de São Bento	FUSO 23 / E = 240441,851 / N = 9923125,540	Ami
EO-016	Salinópolis	Vila de São Bento	FUSO 23 / E = 236843,630 / N = 9915494,563	Ami
EO-017	Salinópolis	Vila de São Bento	FUSO 23 / E = 236750,948 / N = 9915279,406	Ami
EO-018	Salinópolis	Bairro Atlântico - PA 124 - cs 1019	FUSO 23 / E = 239960,860 / N = 9929600,723	Ami
EO-019	Salinópolis	Vila de Cuiarana - Rua principal	FUSO 23 / E = 247416,623 / N = 9927606,786	Ami
EO-020	Salinópolis	Vila de Cuiarana	FUSO 23 / E = 240441,851 / N = 9923125,542	Ami
EO-021	Salinópolis	Vila de Cuiarana - Rua Márcio de	FUSO 23 / E = 240934,783 / N = 9901875,723	Ami
EO-022	Santarém Novo	Vila de São João de Peri Meri:	FUSO 23 / E = 240934,783 / N = 9901884,077	Ami
EO-023	Santarém Novo	Vila de São João de Peri Meri	FUSO 23 / E = 240594,687 / N = 9901638,035	Ami
EO-024	Santarém Novo	Vila de São João de Peri Meri	FUSO 23 / E = 240687,483 / N = 9901638,093	Ami
EO-025	Santarém Novo	Rua do Poço - cs 326	FUSO 23 / E = 233668,476 / N = 9897577,248	Ami
EO-026	Santarém Novo	Rua da Mocidade - cs 181	FUSO 23 / E = 232895,380 / N = 9897238,693	Ami
EO-027	Santarém Novo	Travessa Pes de Carvalho - cs 214	FUSO 23 / E = 233204,773 / N = 9897146,713	Ami
EO-028	Santarém Novo	Rua Principal	FUSO 23 / E = 240289,562 / N = 9895215,558	Ami
EO-029	São João de Pirabas	Rua Paricá	FUSO 23 / E = 255961,817 / N = 9910957,315	Ami
EO-030	São João de Pirabas	Rua Paricá - cs 498	FUSO 23 / E = 257382,989 / N = 9913969,161	Ami
EO-031	São João de Pirabas	Rua Paricá	FUSO 23 / E = 257228,293 / N = 9914061,257	Ami
EO-032	São João de Pirabas	Bairro Lagoinha - Trav. São João	FUSO 23 / E = 257289,915 / N = 9914522,169	Ami
EO-033	Capitão Poço	Bairro Timbó	FUSO 23 / E = 270732,801 / N = 9809916,910	Ami
EO-034	Capitão Poço	Vila Nazaré	FUSO 23 / E = 270639,754 / N = 9810193,318	Ami
EO-035	Capitão Poço	Tv Raimundo Alves - cs 522	FUSO 23 / E = 270364,717 / N = 9807243,590	Ami
EO-036	Capitão Poço	Rodovia Ourém - km 6	FUSO 23 / E = 270421,034 / N = 9812343,708	Ami
EO-037	Capitão Poço	Curbiteua - ponto 157	FUSO 23 / E = 270510,727 / N = 9815231,785	Ami
EO-038	Capitão Poço	Ponto 158	FUSO 23 / E = 273375,692 / N = 9825434,708	Ami
EO-039	Capitão Poço	Vila Turística	FUSO 23 / E = 273777,503 / N = 9825557,991	Ami
EO-040	Capitão Poço	Guariteua	FUSO 23 / E = 274334,082 / N = 9825497,090	Ami
EO-041	Ourém	Tv. Cipriano Santos, 502 - ponto 161	FUSO 23 / E = 264406,104 / N = 9828590,344	Ami
EO-042	Ourém	Bairro Porão - R. Amadeu Tavares -	FUSO 23 / E = 264065,924 / N = 9828651,452	Ami
EO-043	Ourém	Bairro do Porão - R. Teodoro Costa,	FUSO 23 / E = 263849,301 / N = 9828835,582	Ami
EO-044	Capitão Poço	Bairro Cotilandia W06 - ponto 165	FUSO 23 / E = 269593,245 / N = 9805952,361	Ami
EO-045	Capitão Poço	Conjunto JR - W07 - ponto 166	FUSO 23 / E = 269469,922 / N = 9805644,990	Ami
EO-046	Capitão Poço	Ponto 168	FUSO 23 / E = 269034,894 / N = 9807641,533	Ami
EO-047	Capitão Poço	Sta Luzia - R. São Sebastião - ponto	FUSO 23 / E = 258155,768 / N = 9804464,561	Ami
EO-048	Capitão Poço	Sta Luzia - R. São Pedro - ponto 170	FUSO 23 / E = 257938,842 / N = 9804894,464	Ami
EO-049	Capitão Poço	Vila São Pedro - ponto 171	FUSO 23 / E = 258182,621 / N = 9807967,293	Ami
EO-050	Capitão Poço	Vila São Pedro - R. Coração de Jesus	FUSO 23 / E = 258120,397 / N = 9808305,201	Ami
EO-051	Capitão Poço	Vila São Pedro - ponto 173	FUSO 23 / E = 258367,742 / N = 9808305,485	Ami
EO-052	Capitão Poço	Vila Grota Seca - ponto 174	FUSO 23 / E = 258611,802 / N = 9811193,948	Ami
EO-053	Capitão Poço	Vila Grota Seca - ponto 175	FUSO 23 / E = 259385,004 / N = 9810979,743	Ami
EO-054	Belém (Ilha do Combu)	Beira rio	FUSO 22 / E = 781177,000 / N = 9834854,000	Afi
EO-055	Belém (Ilha do Combu)	Beira rio	FUSO 22 / E = 781136,000 / N = 9834888,000	Afi
EO-056	Belém (Ilha do Combu)	Beira rio	FUSO 22 / E = 780984,000 / N = 9834479,600	Afi
EO-057	Belém (Ilha do Combu)	Beira rio	FUSO 22 / E = 781062,000 / N = 9834722,000	Afi
EO-058	Belém (Ilha do Combu)	Beira rio	FUSO 22 / E = 781069,000 / N = 9834678,000	Afi
EO-059	Belém (Ilha do Combu)	Beira rio	FUSO 22 / E = 781745,000 / N = 9834882,000	Afi
EO-060	Belém (Ilha do Combu)	Beira rio	FUSO 22 / E = 781784,000 / N = 9834896,000	Afi
EO-061	Belém (Ilha do Combu)	Beira rio	FUSO 22 / E = 781797,000 / N = 9835128,000	Afi
EO-062	Belém (Ilha do Combu)	Beira rio	FUSO 22 / E = 781887,000 / N = 9835100,000	Afi
EO-063	Belém (Ilha do Combu)	Beira rio	FUSO 22 / E = 781874,000 / N = 9835104,000	Afi

Continua...

Tabela 1. Caracterização do ponto de coleta de 129 matrizes de açazeiro em seis municípios do Nordeste Paraense quanto à coordenada geográfica e ao clima. Belém-PA, UFRA, 2012.

MATRIZ	MUNICÍPIO	PONTO DE COLETA	COORDENADA GEOGRÁFICA	CLIMA
EO-064	Belém (Ilha do Combu)	Beira rio	FUSO 22 / E = 781842,000 / N = 9834578,000	Afi
EO-065	Belém (Ilha do Combu)	Beira rio	FUSO 22 / E = 781860,000 / N = 9834552,000	Afi
EO-066	Belém (Ilha do Combu)	Beira rio	FUSO 22 / E = 781865,000 / N = 9834622,000	Afi
EO-067	Belém (Ilha do Combu)	Beira rio	FUSO 22 / E = 781798,000 / N = 9835064,000	Afi
EO-068	Belém (Ilha do Combu)	Beira rio	FUSO 22 / E = 781782,000 / N = 9835134,000	Afi
EO-069	Belém (Ilha do Combu)	Beira rio	FUSO 22 / E = 781803,000 / N = 9835140,000	Afi
EO-070	Belém (Ilha do Combu)	Beira rio	FUSO 22 / E = 781874,000 / N = 9834744,000	Afi
EO-071	Belém (Ilha do Combu)	Beira rio	FUSO 22 / E = 781871,000 / N = 9834798,000	Afi
EO-072	Belém (Ilha do Combu)	Beira rio	FUSO 22 / E = 781863,000 / N = 9834796,000	Afi
EO-073	Belém (Ilha do Combu)	Beira rio	FUSO 22 / E = 781875,000 / N = 9834800,000	Afi
EO-074	Belém (Ilha do Combu)	Beira rio	FUSO 22 / E = 781817,000 / N = 9834862,000	Afi
EO-075	Belém (Ilha do Combu)	Beira rio	FUSO 22 / E = 781887,000 / N = 9834988,000	Afi
EO-076	Belém (Ilha do Combu)	Beira rio	FUSO 22 / E = 781949,000 / N = 9835016,000	Afi
EO-077	Belém (Ilha do Combu)	Beira rio	FUSO 22 / E = 781931,000 / N = 9835024,000	Afi
EO-078	Belém (Ilha do Combu)	Beira rio	FUSO 22 / E = 781749,000 / N = 9834966,000	Afi
EO-079	Belém (Ilha do Combu)	Beira rio	FUSO 22 / E = 780949,000 / N = 9834858,000	Afi
EO-080	Belém (Ilha do Combu)	Beira rio	FUSO 22 / E = 780883,000 / N = 9834870,000	Afi
EO-081	Belém (Ilha do Combu)	Beira rio	FUSO 22 / E = 780907,000 / N = 9834902,000	Afi
EO-082	Belém (Ilha do Combu)	Beira rio	FUSO 22 / E = 780058,000 / N = 9834320,000	Afi
EO-083	Belém (Ilha do Combu)	Beira rio	FUSO 22 / E = 780019,000 / N = 9834468,000	Afi
EO-084	Belém (Ilha do Combu)	Beira rio	FUSO 22 / E = 779324,000 / N = 9834584,000	Afi
EO-085	Belém (Ilha do Combu)	Beira rio	FUSO 22 / E = 779152,000 / N = 9834244,000	Afi
EO-086	Belém (Ilha do Combu)	Beira rio	FUSO 22 / E = 779168,000 / N = 9834130,000	Afi
EO-087	Belém (Ilha do Combu)	Beira rio	FUSO 22 / E = 780211,000 / N = 9834746,000	Afi
EO-088	Belém (Ilha do Combu)	Beira rio	FUSO 22 / E = 780203,000 / N = 9834732,000	Afi
EO-089	Belém (Ilha do Combu)	Beira rio	FUSO 22 / E = 780080,000 / N = 9834698,000	Afi
EO-090	Belém (Ilha do Combu)	Beira rio	FUSO 22 / E = 780084,000 / N = 9834624,000	Afi
EO-091	Belém (Ilha do Combu)	Beira rio	FUSO 22 / E = 780327,000 / N = 9834760,000	Afi
EO-092	Belém (Ilha do Combu)	Beira rio	FUSO 22 / E = 780320,000 / N = 9834736,000	Afi
EO-093	Belém (Ilha do Combu)	Beira rio	FUSO 22 / E = 779474,000 / N = 9833470,000	Afi
EO-094	Belém (Ilha do Combu)	Beira rio	FUSO 22 / E = 779517,000 / N = 9833472,000	Afi
EO-095	Belém (Ilha do Combu)	Furo São Sebastião	FUSO 22 / E = 779499,000 / N = 9833506,000	Afi
EO-096	Belém (Ilha do Combu)	Furo São Sebastião	FUSO 22 / E = 779414,000 / N = 9833618,000	Afi
EO-097	Belém (Ilha do Combu)	Furo São Sebastião	FUSO 22 / E = 779423,000 / N = 9833642,000	Afi
EO-098	Belém (Ilha do Combu)	Furo São Sebastião	FUSO 22 / E = 779455,000 / N = 9833560,000	Afi
EO-099	Belém (Ilha do Combu)	Furo São Sebastião	FUSO 22 / E = 779373,000 / N = 9833624,000	Afi
EO-100	Belém (Ilha do Combu)	Furo São Sebastião	FUSO 22 / E = 779356,000 / N = 9833660,000	Afi
EO-101	Belém (Ilha do Combu)	Furo São Sebastião	FUSO 22 / E = 779387,000 / N = 9833658,000	Afi
EO-102	Belém (Ilha do Combu)	Furo São Sebastião	FUSO 22 / E = 779377,000 / N = 9833682,000	Afi
EO-103	Belém (Ilha do Combu)	Furo São Sebastião	FUSO 22 / E = 779407,000 / N = 9833644,000	Afi
EO-104	Belém (Ilha do Combu)	Furo São Sebastião	FUSO 22 / E = 779887,000 / N = 9833104,000	Afi
EO-105	Belém (Ilha do Combu)	Furo São Sebastião	FUSO 22 / E = 783948,000 / N = 9832714,000	Afi
EO-106	Belém (Ilha do Combu)	Furo São Sebastião	FUSO 22 / E = 783891,000 / N = 9832754,000	Afi
EO-107	Belém (Ilha do Combu)	Furo São Sebastião	FUSO 22 / E = 783989,000 / N = 9832752,000	Afi
EO-108	Belém (Ilha do Combu)	Rio Jordão	FUSO 22 / E = 784013,000 / N = 9832788,000	Afi
EO-109	Belém (Ilha do Combu)	Rio Jordão	FUSO 22 / E = 784080,000 / N = 9832926,000	Afi
EO-110	Belém (Ilha do Combu)	Rio Jordão	FUSO 22 / E = 784214,000 / N = 9833118,000	Afi
EO-111	Belém (Ilha do Combu)	Rio Jordão	FUSO 22 / E = 784188,000 / N = 9833084,000	Afi
EO-112	Belém (Ilha do Combu)	Rio Jordão	FUSO 22 / E = 784214,000 / N = 9833118,000	Afi
EO-113	Belém (Ilha do Combu)	Rio Jordão	FUSO 22 / E = 784063,000 / N = 9832918,000	Afi
EO-114	Belém (Ilha do Combu)	Rio Jordão	FUSO 22 / E = 784067,000 / N = 9832932,000	Afi
EO-115	Belém (Ilha do Combu)	Rio Jordão	FUSO 22 / E = 784586,000 / N = 9833260,000	Afi
EO-116	Belém (Ilha do Combu)	Rio Jordão	FUSO 22 / E = 784620,000 / N = 9833298,000	Afi
EO-117	Belém (Ilha do Combu)	Rio Jordão	FUSO 22 / E = 784625,000 / N = 9833306,000	Afi
EO-118	Belém (Ilha do Combu)	Rio Jordão	FUSO 22 / E = 784620,000 / N = 9833180,000	Afi
EO-119	Belém (Ilha do Combu)	Rio Jordão	FUSO 22 / E = 784538,000 / N = 9833216,000	Afi
EO-120	Belém (Ilha do Combu)	Rio Jordão	FUSO 22 / E = 784508,000 / N = 9833220,000	Afi
EO-121	Belém (Ilha do Combu)	Rio Jordão	FUSO 22 / E = 784538,000 / N = 9833248,000	Afi
EO-122	Belém (Ilha do Combu)	Rio Jordão	FUSO 22 / E = 784530,000 / N = 9833268,000	Afi
EO-123	Belém (Ilha do Combu)	Rio Jordão	FUSO 22 / E = 784535,000 / N = 9833278,000	Afi
EO-124	Belém (Ilha do Combu)	Rio Jordão	FUSO 22 / E = 784576,000 / N = 9833274,000	Afi
EO-125	Belém (Ilha do Combu)	Rio Jordão	FUSO 22 / E = 784596,000 / N = 9833196,000	Afi
EO-126	Belém (Ilha do Combu)	Rio Jordão	FUSO 22 / E = 784502,000 / N = 9833236,000	Afi
EO-127	Belém (Ilha do Combu)	Rio Jordão	FUSO 22 / E = 784504,000 / N = 9833216,000	Afi
EO-128	Belém (Ilha do Combu)	Rio Jordão	FUSO 22 / E = 784834,000 / N = 9833270,000	Afi
EO-129	Belém (Ilha do Combu)	Rio Jordão	FUSO 22 / E = 784854,000 / N = 9833292,000	Afi

O revestimento florístico predominante, nesses municípios, é a floresta equatorial perenifólia e as diversas fases de capoeira, que compõem a vegetação secundária, formada após a derrubada da floresta original. Esta floresta caracteriza-se por apresentar vegetação exuberante, com árvores de grande porte e diversidade de espécies, que repousa em solos álicos e distróficos, predominando os latossolos e argissolos. As áreas de várzeas se caracterizam por serem solos aluviais e/ou hidromórficos. A floresta de várzea do estuário amazônico caracteriza-se pela riqueza em palmeiras, tendo como destaque o açazeiro, além de outras espécies produtoras de frutos comestíveis. Ainda são encontradas, com certa abundância, espécies produtoras de madeira, látex, medicamentos caseiros, espécies que protegem as margens dos rios e igarapés, entre outras (CONCEIÇÃO, 1990; QUEIROZ e MOCHIUTTI, 2001).

### 2.3.2 Caracterização das matrizes por caracteres morfoagronômicos

#### 2.3.2.1 Estimação de parâmetros e distribuição de frequência

Vinte e dois caracteres quantitativos foram avaliados na caracterização da variabilidade morfoagronômica das 129 matrizes de açazeiro procedentes dos municípios do Nordeste Paraense. As Tabelas 2 e 3 mostram os resultados das estimativas dos parâmetros estatísticos e as Figuras de 2 a 23 apresentam as distribuições de frequência das matrizes em classes fenotípicas distintas delimitadas por intervalos regulares de valores para cada caráter. Os caracteres de produção referentes ao rendimento de polpa por fruto, rendimento de frutos por cacho e produção total de frutos foram avaliados separadamente.

Na composição do ideótipo no mercado de frutos do açazeiro, 12 critérios são considerados de grande importância como: número de estipes por planta entre 3 e 5; número de folhas igual ou maior que 12; entrenós curtos iguais ou menores que 7,5 cm; peso médio do fruto igual ou menor que 1 g; peso médio do cacho acima de 7 kg; rendimento de polpa por fruto igual ou maior que 20 %; rendimento de frutos por cacho acima de 60 %; produção de frutos por planta por ano igual ou maior que 25 kg; coloração violácea; produção contínua ou na entressafra; precocidade de produção aos 3,5 anos e tolerância ao pulgão preto (OLIVEIRA; MOCHIUTTI; FARIAS NETO, 2009). Os oito primeiros caracteres, com base nos dados coletados, foram avaliados e comparados aos critérios referenciados como tipo ideal.



Tabela 2. Estimativas de parâmetros estatísticos e teste de normalidade para 19 dos caracteres morfoagronômicos avaliados em 129 matrizes de açaizeiro coletadas em seis municípios do Nordeste Paraense. Belém-PA, UFRA, 2012.

CARÁTER	N	VMIN	VMAX	$\bar{X}$	$s^2$	S	CV
NEP	<b>129</b>	<b>1,00</b>	<b>20,00</b>	<b>8,17</b>	<b>14,72</b>	<b>3,84</b>	<b>46,96</b>
AE (m)	129	4,33	12,53	7,94	3,27	1,81	22,78
NF	<b>129</b>	<b>6,00</b>	<b>14,00</b>	<b>11,21</b>	<b>1,24</b>	<b>1,11</b>	<b>9,95</b>
CAP (cm)	129	23,00	59,00	38,50	38,83	6,23	16,18
CEN (cm)	<b>129</b>	<b>8,00</b>	<b>30,00</b>	<b>15,64</b>	<b>15,63</b>	<b>3,95</b>	<b>25,28</b>
DTF (mm)	129	10,70	15,31	13,22	0,74	0,86	6,50
DLF (mm)	129	5,87	14,05	11,30	1,15	1,07	9,48
PF (g)	<b>129</b>	<b>1,03</b>	<b>1,78</b>	<b>1,46</b>	<b>0,03</b>	<b>0,16</b>	<b>11,00</b>
PS (g)	129	0,67	1,54	1,17	0,02	0,14	12,20
PP (g)	129	0,11	0,51	0,29	0,00	0,07	22,75
PC (kg)	<b>129</b>	<b>1,38</b>	<b>8,92</b>	<b>3,53</b>	<b>1,28</b>	<b>1,13</b>	<b>32,02</b>
PFC (kg)	129	1,00	8,59	2,94	1,30	1,14	38,75
NRC	129	55,00	155,00	96,73	261,40	16,17	16,71
NFR	129	4,00	64,00	21,76	65,54	8,10	37,21
CC (cm)	129	129	115,00	79,21	175,17	13,24	16,71
CIC (cm)	129	84,00	189,00	117,33	357,08	18,90	16,11
PCF (g)	129	103,66	189,52	149,04	314,95	17,75	11,91
NCP	129	1,00	10,00	4,07	3,27	1,81	44,42
NFC	129	312,00	6464,00	2109,35	738244,26	859,21	40,73

N: tamanho da amostra; VMIN: valor mínimo; VMAX: valor máximo;  $\bar{X}$ : média;  $s^2$ : variância; s: desvio padrão; CV: coeficiente de variação; NEP: número de estipes por planta; AE: altura do estipe; NF: número de folhas; CAP: circunferência do estipe à altura do peito; CEN: comprimento do entrenó; DTF: diâmetro transversal do fruto; DLF: diâmetro longitudinal do fruto; PF: peso do fruto; PS: peso da semente; PP: peso da polpa; PC: peso do cacho; PFC: peso de frutos por cacho; NRC: número de ráquias por cacho; NFR: número de frutos por ráquia; CC: comprimento total do cacho; CIC: circunferência do cacho; PCF: peso de 100 frutos; NCP: número de cachos por planta; NFC: número de frutos por cacho.

No que se refere ao caráter número de estipes por planta (NEP), foi verificado que a variação foi de 19, com maior valor registrado 20 na matriz EO-076 (Ilha do Combu) e os menores valores 1 nas matrizes EO-075, EO-128 e EO-165, também da Ilha do Combu, a média foi de 8,17, desvio padrão de 3,84 e coeficiente de variação de 46,96 % (Tabela 2). A maioria das matrizes apresenta número de estipes mais frequente entre 3,75 e 11,25. Apenas trinta matrizes, procedentes de São João de Pirabas (1) EO-011; Salinópolis (1) EO-017; Capitão Poço (3) EO-045; EO-050 e EO-052, e Ilha do Combu (25) apresentam bom perfilhamento, em concordância com o ideótipo entre 3 e 5 perfilhos, correspondendo a 23,3 % (Figura 2).

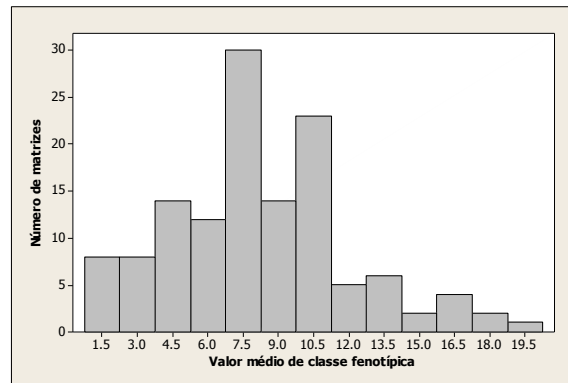


Figura 2. Distribuição de frequência das matrizes de açazeiro pelo valor médio dos intervalos do número de estípes por planta. Belém-PA, UFRA, 2012.

A altura do estípe (AE) teve variação de 8,20 m, tendo a matriz EO-079 apresentando maior valor 12,53 (Ilha do Combu) e menor 4,33 m na matriz EO-052 (Capitão Poço). A altura média foi de 7,94 m, desvio padrão de 1,81 m e coeficiente de variação de 22,78 % (Tabela 2). Matrizes com alturas dos estípes variando entre 5,75 e 10,75 m ocorreram com maior frequência (Figura 3).

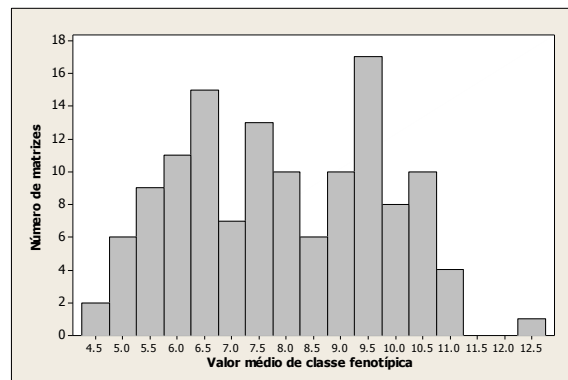


Figura 3. Distribuição de frequência das matrizes de açazeiro pelo valor médio dos intervalos da altura do estípe. Belém-PA, UFRA, 2012.

Quanto ao número de folhas (NF) a amplitude de variação foi de 8, com maiores valores registrados 14 nas matrizes EO-011 (São João de Pirabas) e EO-018 (Salinópolis) e menor 6 na matriz EO-019 (Salinópolis), a média foi de 11,21, desvio padrão foi de 1,11 e coeficiente de variação de 9,95 % (Tabela 2). Quarenta e três matrizes atenderam ao tipo ideal, igual ou maior que 12 folhas, provenientes de Belém (1) EO-001; Ilha do Mosqueiro (2) EO-004 e EO-007; São João de Pirabas (3) EO-011, EO-013 e EO-031; Salinópolis (2) EO-017 e EO-018; Santarém Novo (3) EO-022, EO-023 e EO-024; Capitão Poço (4) EO-047, EO-049, EO-051 e EO-052; Ourém (1) EO-041 e Ilha do Combu (27) (Figura 4).

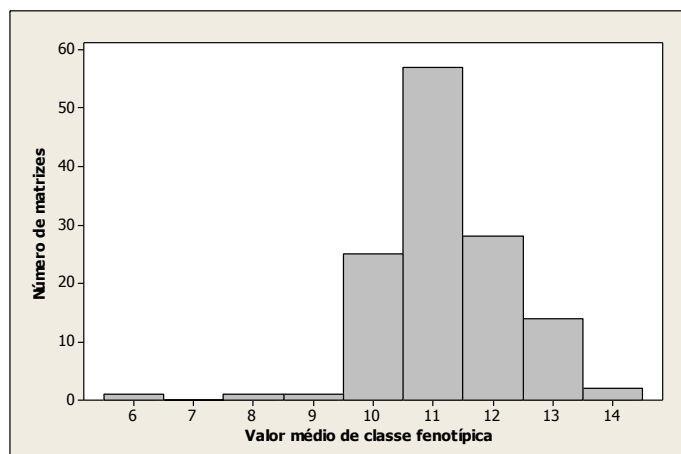


Figura 4. Distribuição de frequência das matrizes de açaizeiro pelo valor médio dos intervalos do número de folhas. Belém-PA, UFRA, 2012.

A circunferência do estipe à altura do peito (CAP) apresentou amplitude de variação de 36 cm, apresentando maior valor 59 na matriz EO-109 (Ilha do Combu) e menor 23 cm na matriz EO-038 (Capitão Poço), a média foi de 38,50 cm, desvio padrão foi de 6,23 cm e coeficiente de variação de 16,18 % (Tabela 2). Um grande número de matrizes apresentou variação na circunferência do estipe à altura do peito entre 31 e 47 cm (Figura 5).

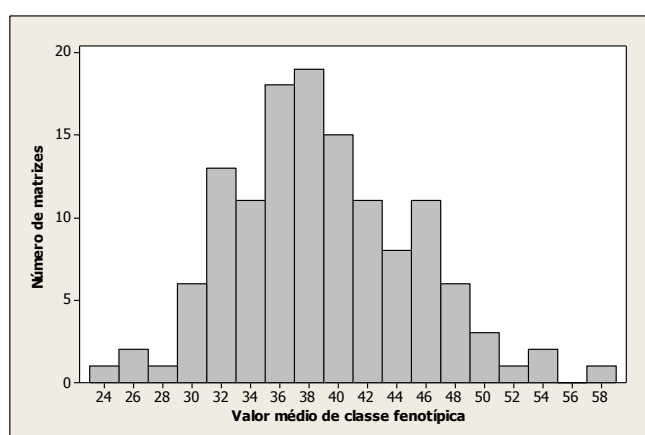


Figura 5. Distribuição de frequência das matrizes de açaizeiro pelo valor médio dos intervalos da circunferência do estipe à altura do peito. Belém-PA, UFRA, 2012.

Para o caráter comprimento do entrenó (CEN), foi verificado grande variação das matrizes, de forma que o entrenó mais longo apresentou distância de 30 cm na matriz EO-033 e o mais curto 8 cm na matriz EO-040, ambas de Capitão Poço, a distância média foi de 16 cm, desvio padrão de 4 cm e coeficiente de variação de 25 % (Tabela 2). Na Figura 6 observa-se que as matrizes com entrenós entre 9 e 21 cm foram mais frequentes e nenhuma matriz apresentou entrenó ao tipo ideal igual ou menor que 7,5 cm.

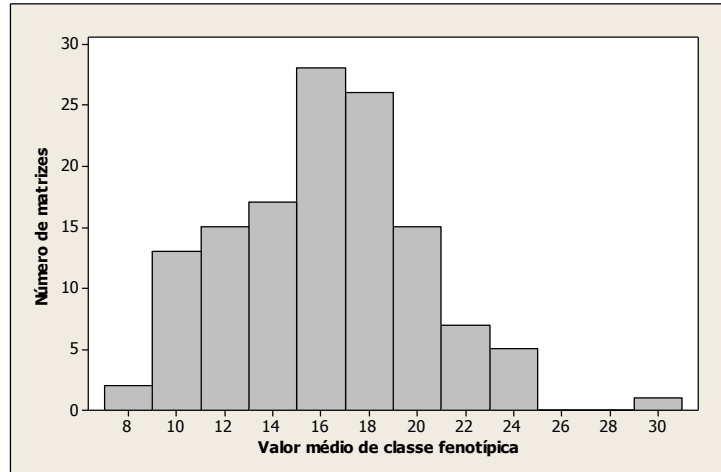


Figura 6. Distribuição de frequência das matrizes de açaizeiro pelo valor médio dos intervalos do comprimento do entrenó. Belém-PA, UFRA, 2012.

No diâmetro longitudinal do fruto (DLF), a variação foi de 8,18 mm, com maior valor 14,05 na matriz EO-029 (São João de Pirabas) e menor 5,87 mm na matriz EO-010 (Belém), a média foi de 11,30 mm, desvio padrão de 1,07 mm e coeficiente de variação de 9,48 % (Tabela 2). Grande parte das matrizes apresentou diâmetro longitudinal do fruto entre 9,75 e 12,75 mm (Figura 7).

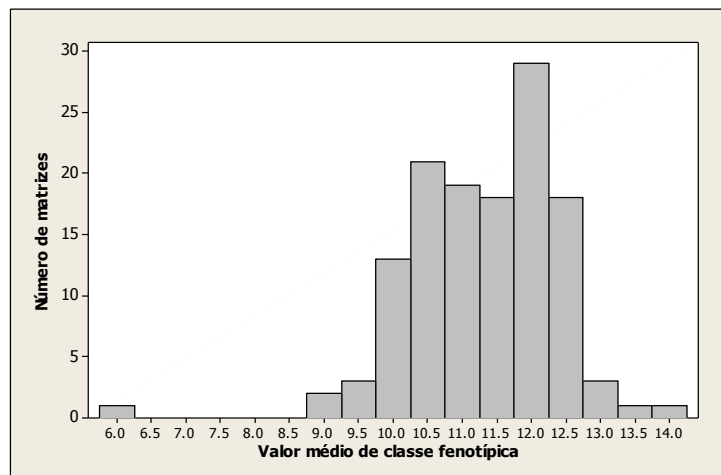


Figura 7. Distribuição de frequência das matrizes de açaizeiro pelo valor médio dos intervalos do diâmetro longitudinal do fruto. Belém-PA, UFRA, 2012.

No diâmetro transversal do fruto (DTF), a amplitude de variação foi de 4,61 mm, com maior valor de 15,31 mm na matriz EO-021 (Salinópolis) e menor 10,70 mm na matriz EO-095 (Ilha do Combu), a média foi de 13,22 mm, desvio padrão de 0,86 mm e coeficiente de variação de 6,50 % (Tabela 2). Na Figura 8, foram observadas muitas matrizes com diâmetro transversal do fruto entre 12,125 e 14,375 mm.

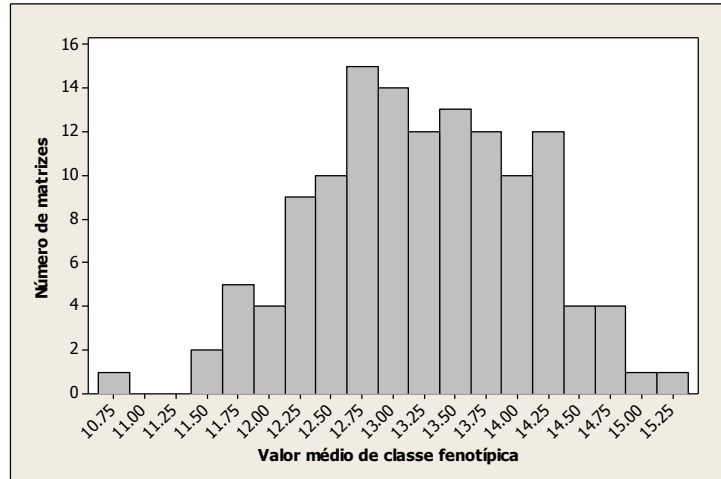


Figura 8. Distribuição de frequência das matrizes de açaizeiro pelo valor médio dos intervalos do diâmetro transversal do fruto. Belém-PA, UFRA, 2012.

No peso do fruto (PF), a amplitude foi de 0,75 g, com maior valor 1,78 g na matriz EO-022 (Santarém Novo) e menor 1,03 g na matriz EO-019 (Salinópolis), a média foi de 1,46 g, desvio padrão foi de 0,16 g e coeficiente de variação de 11 % (Tabela 2). Nenhuma matriz apresentou valor do peso do fruto inferior ao tipo ideal igual ou menor que 1 g e as maiores frequências ocorreram entre 1,375 e 1,625 g (Figura 9).

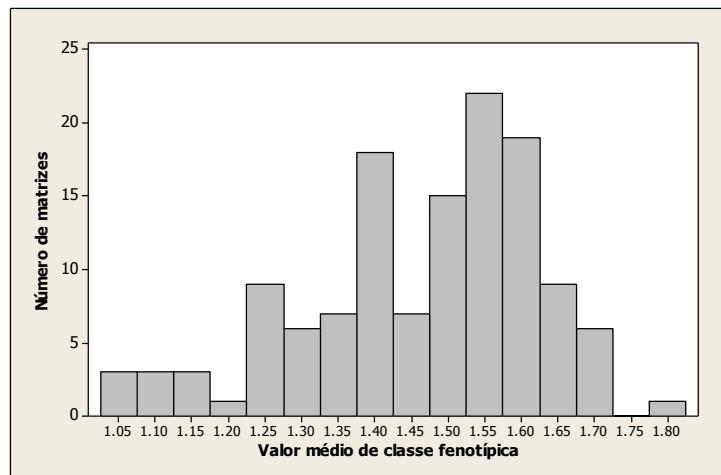


Figura 9. Distribuição de frequência das matrizes de açaizeiro pelo valor médio dos intervalos do peso do fruto. Belém-PA, UFRA, 2012.

No peso da semente (PS), a variação foi de 0,87 g, com maior valor 1,54 g na matriz EO-035 (Capitão Poço) e menor 0,67 g na matriz EO-014 (São João de Pirabas), a média foi de 1,17 g, desvio padrão de 0,14 g e coeficiente de variação de 12,20 % (Tabela 2). A maior concentração de matrizes ocorreu entre 1,075 e 1,375 g (Figura 10).

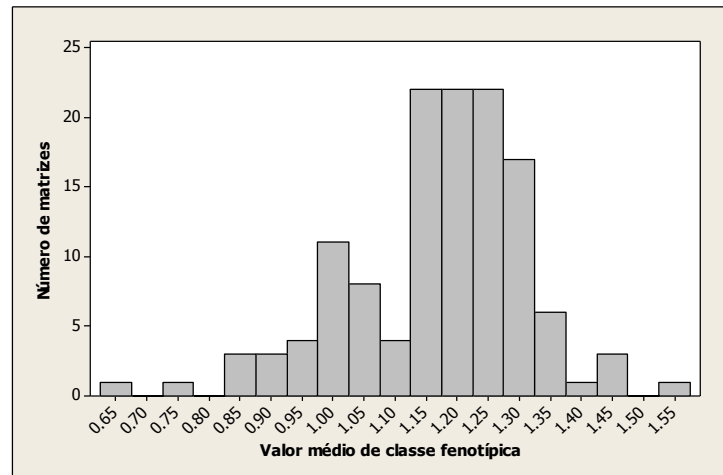


Figura 10. Distribuição de frequência das matrizes de açazeiro pelo valor médio dos intervalos do peso da semente. Belém-PA, UFRA, 2012.

No peso da polpa (PP), a amplitude de variação foi de 0,40 g, com maior valor 0,51 g na matriz EO-016 (Salinópolis) e menor 0,11 g na matriz EO-094 (Ilha do Combu), a média foi de 0,29 g, desvio padrão de 0,07 g e coeficiente de variação de 22,75 % (Tabela 2). Matrizes com peso da polpa variando entre 0,2375 e 0,3625 g foram mais frequentes (Figura 11).

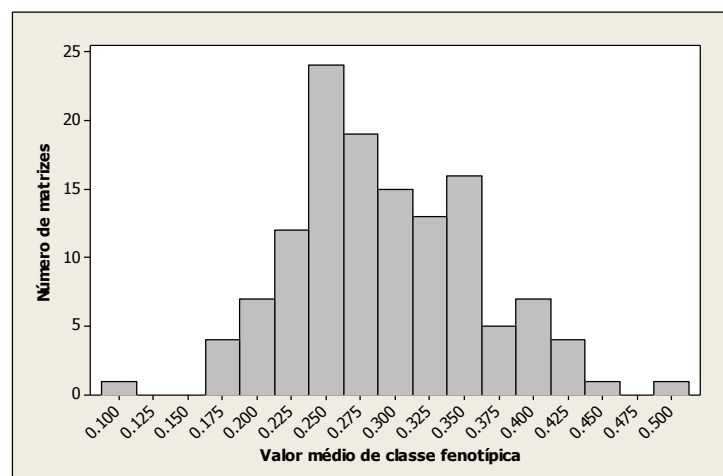


Figura 11. Distribuição de frequência das matrizes de açazeiro pelo valor médio dos intervalos do peso da polpa. Belém-PA, UFRA, 2012.

No que se refere ao peso do cacho (PC), a variação foi de 7,54 kg, com maior valor 8,92 observado na matriz EO-018 (Salinópolis) e menor 1,38 kg na matriz EO-014 (São João de Pirabas), a média foi de 3,53 kg, desvio padrão de 1,13 kg e coeficiente de variação de 32,02 % (Tabela 2). Apenas a matriz EO-018 oriunda de Salinópolis apresentou valor superior ao tipo ideal igual ou maior que 7 kg. Na Figura 12, foi verificado que matrizes com peso do cacho entre 1,75 e 5,25 kg foram mais frequentes.

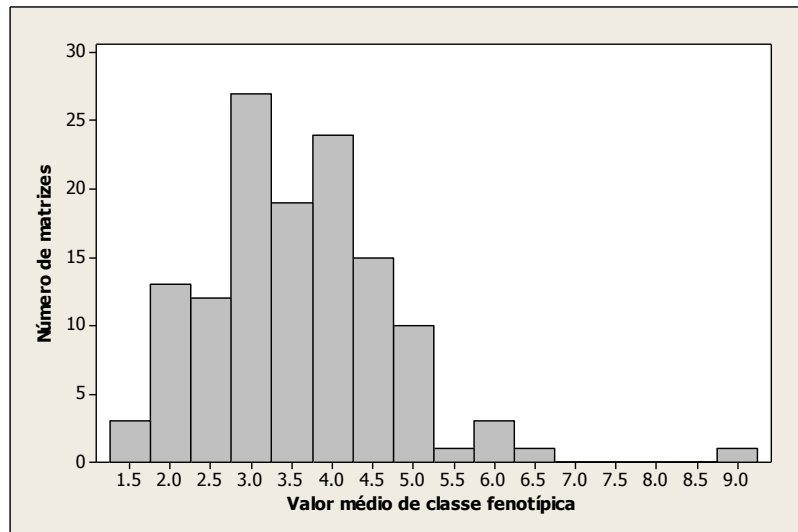


Figura 12. Distribuição de frequência das matrizes de açaizeiro pelo valor médio dos intervalos do peso do cacho. Belém-PA, UFRA, 2012.

No peso de frutos por cacho (PFC), a amplitude de variação foi de 7,59 kg, sendo o maior valor de 8,59 kg observado na matriz EO-018 (Salinópolis) e menor igual a 1 kg na matriz EO-010 (Belém), a média foi de 2,94 kg, desvio padrão de 1,14 kg e coeficiente de variação de 38,75 % (Tabela 2). Na Figura 13, foi verificado que ocorreu uma grande concentração de matrizes com peso de frutos por cacho entre 1,75 e 4,25.

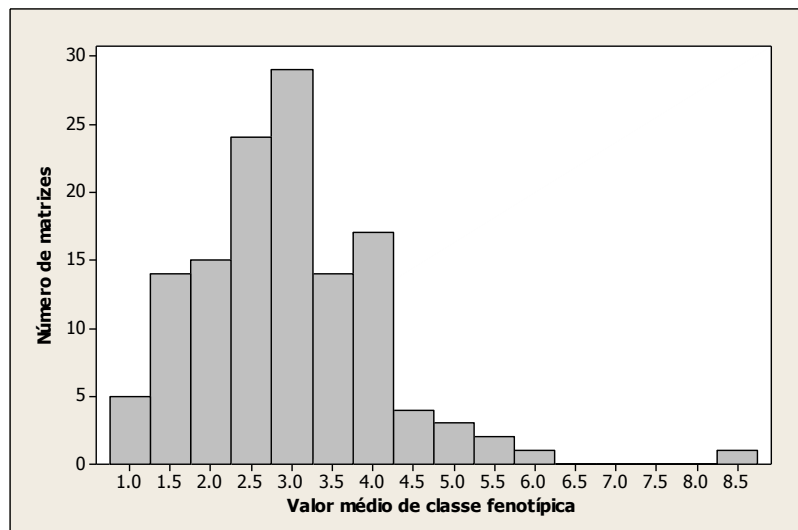


Figura 13. Distribuição de frequência das matrizes de açaizeiro pelo valor médio dos intervalos do peso de frutos por cacho. Belém-PA, UFRA, 2012.

No número de ráquias por cacho (NRC), a amplitude de variação foi de 100, o maior valor 155 foi observado na matriz EO-062 (Ilha do Combu) e menor igual a 55 na matriz EO-010 (Belém), a média foi de 96,73, desvio padrão de 16,17 e coeficiente de variação de 16,71 % (Tabela 2). A Figura 14 mostra que a maioria das matrizes apresentou número de ráquias

por cacho entre 75 e 115, sendo verificada a ocorrência de poucas matrizes abaixo e acima desse intervalo.

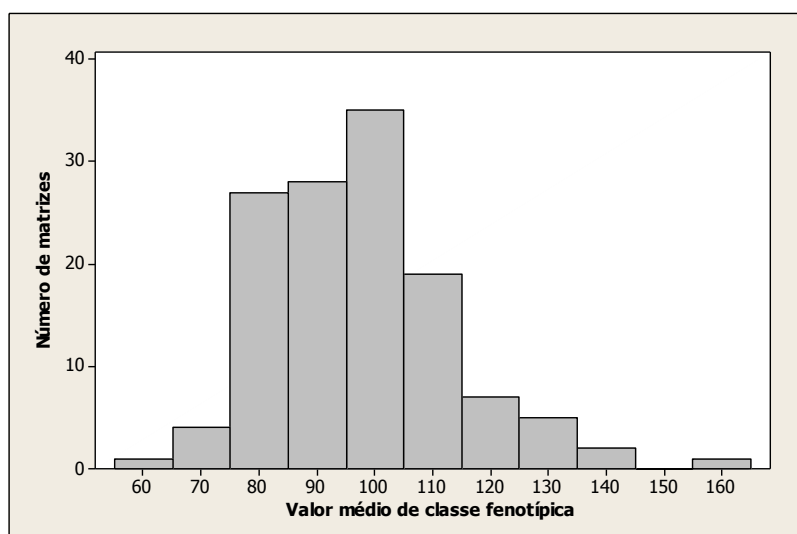


Figura 14. Distribuição de frequência das matrizes de açazeiro pelo valor médio dos intervalos do número de ráquilas por cacho. Belém-PA, UFRA, 2012.

No número de frutos por ráquila (NFR), a amplitude de variação foi de 60, o maior valor 64 foi observado na matriz EO-018 (Salinópolis) e menor igual a 4 na matriz EO-124 (Ilha do Combu), a média foi de 21,76, desvio padrão de 8,10 e coeficiente de variação de 37,21 % (Tabela 2). A Figura 15 evidencia uma concentração de matrizes em relação ao número de frutos por ráquila entre 12,5 e 32,5.

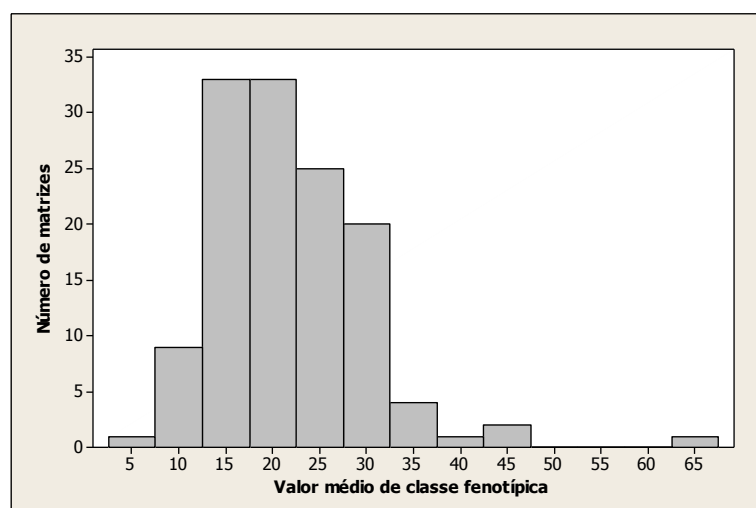


Figura 15. Distribuição de frequência das matrizes de açazeiro pelo valor médio dos intervalos do número de frutos por ráquila. Belém-PA, UFRA, 2012.

A amplitude de variação, no comprimento do cacho (CC), foi de 80 cm, com maior valor 115 observado na matriz EO-018 (Salinópolis) e menor 35 cm na matriz EO-042 (Ourém), a média foi de 80 cm, desvio padrão de 13 cm e coeficiente de variação de 16,55 %



(Tabela 2). Foi verificado um pico na ocorrência do número de matrizes, no ponto médio igual a 85 cm do comprimento do cacho (Figura 16).

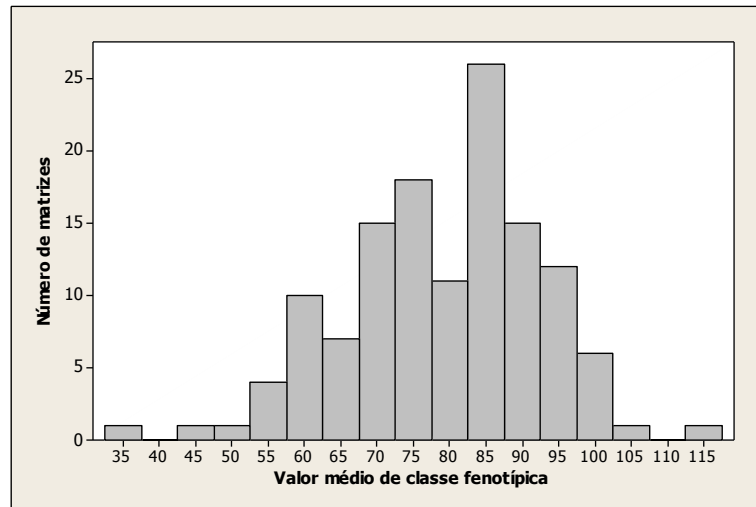


Figura 16. Distribuição de frequência das matrizes de açaizeiro pelo valor médio dos intervalos do comprimento do cacho. Belém-PA, UFRA, 2012.

Na circunferência do cacho (CIC), a amplitude de variação foi de 105 cm, com maior valor 189 cm observado na matriz EO-017 (Salinópolis) e menor valor 84 na matriz EO-089 (Ilha do Combu), a média foi de 117,33 cm, desvio padrão de 0,19 cm e coeficiente de variação de 16,11 % (Tabela 2). A maioria das matrizes, em relação à circunferência do cacho, foi distribuída em torno da média (Figura 17).

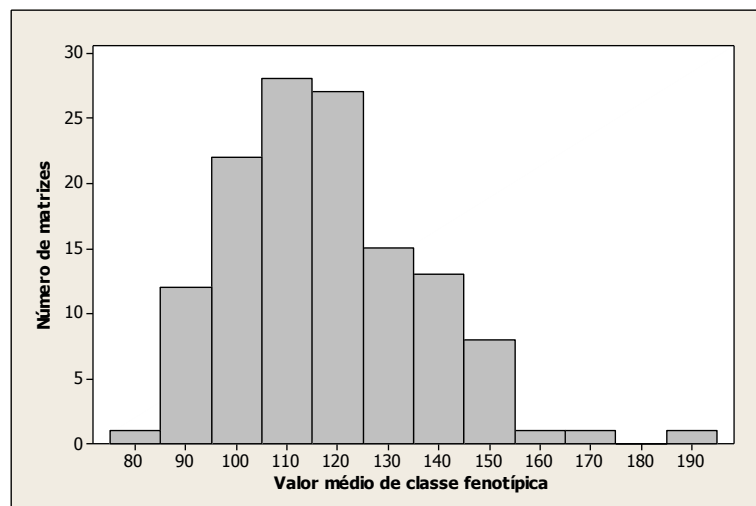


Figura 17. Distribuição de frequência das matrizes de açaizeiro pelo valor médio dos intervalos da circunferência do cacho. Belém-PA, UFRA, 2012.

No peso de 100 frutos (PCF), a amplitude de variação foi de 85,86 g, com maior valor 189,52 g observado na matriz EO-035 (Capitão Poço) e menor 103,66 g na matriz EO-019 (Salinópolis), a média foi de 149,04 g, desvio padrão de 17,75 g e coeficiente de variação de

1,81 % (Tabela 2). As matrizes com peso de 100 frutos entre 122,5 e 177,5 g ocorreram em maior frequência (Figura 18).

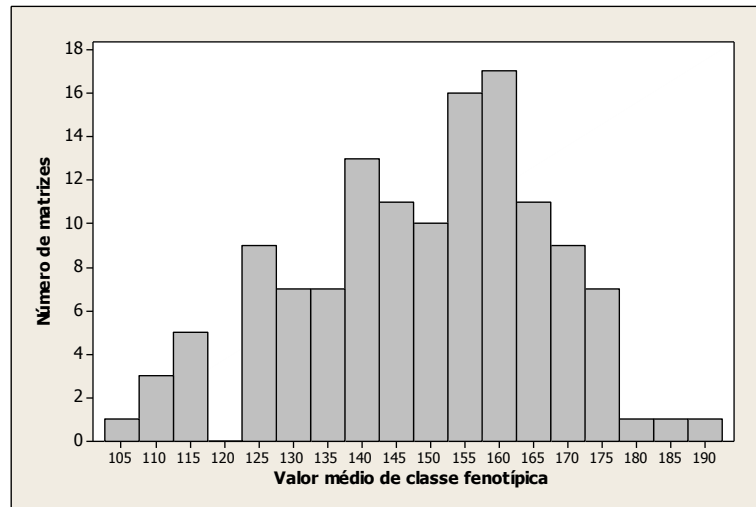


Figura 18. Distribuição de frequência das matrizes de açaizeiro pelo valor médio dos intervalos do peso de 100 frutos. Belém-PA, UFRA, 2012.

No número de cachos por planta (NCP), a amplitude de variação foi de 9, com maior valor 10 observado na matriz EO-049 (Capitão Poço) e o menor valor 1 nas matrizes EO-005 (Ilha do Mosqueiro); EO-116, EO-118 e EO-128 (Ilha do Combu), a média foi de 4,07, desvio padrão de 1,81 e coeficiente de variação de 44,42 % (Tabela 2). Uma concentração das matrizes foi verificada quanto ao número de cacho por planta entre 1,5 e 5,5 (Figura 19).

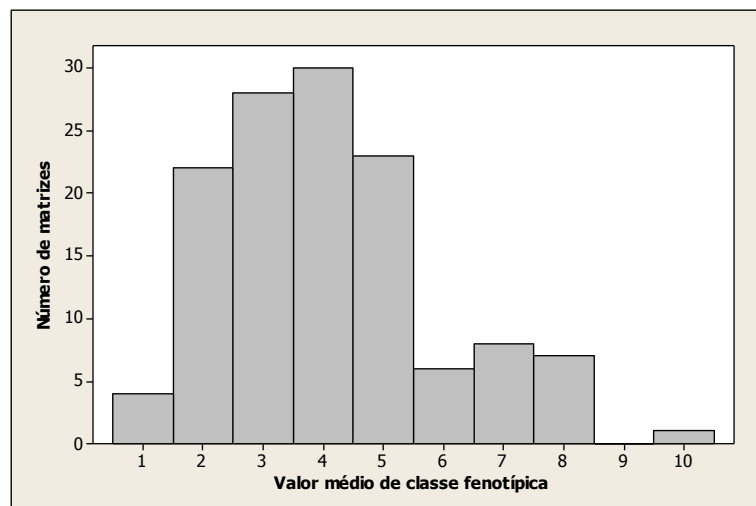


Figura 19. Distribuição de frequência das matrizes de açaizeiro pelo valor médio dos intervalos do número de cachos por planta. Belém-PA, UFRA, 2012.

No número de frutos por cacho (NFC), a amplitude de variação foi de 6.152, com maior valor 6.464 observado na matriz EO-018 (Salinópolis) e menor valor 312 na matriz EO-124 (Ilha do Combu), a média foi de 2.109,35, desvio padrão de 859 e coeficiente de variação

de 40,73 % (Tabela 2). Na Figura 20, a maioria das matrizes referentes ao número de frutos por cacho apresentou valores entre 750 e 2.750.

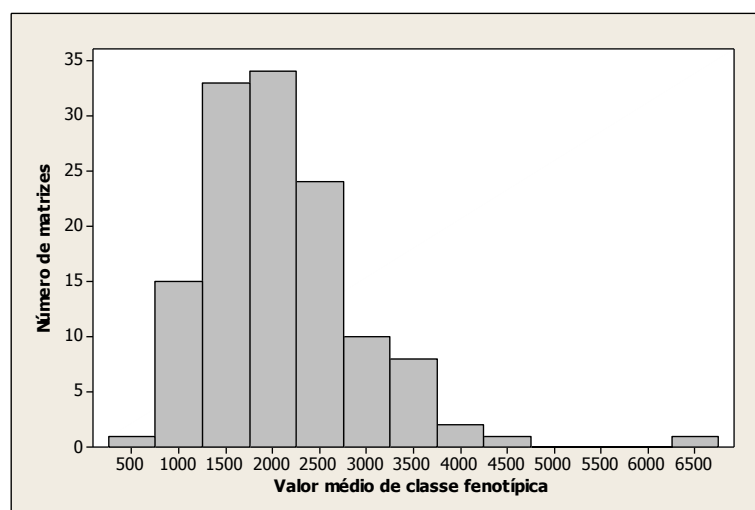


Figura 20. Distribuição de frequência das matrizes de açaizeiro pelo valor médio dos intervalos do número de frutos por cacho. Belém-PA, UFRA, 2012.

A quantificação da variabilidade fenotípica das 129 matrizes de açaizeiro oriundas dos municípios do Nordeste Paraense, para os caracteres de produção referentes ao rendimento de polpa por fruto, rendimento de fruto por cacho e produção total de frutos está apresentada na Tabela 3. Os resultados desses caracteres também estão apresentados em distribuição de frequência das matrizes para cada característica.

Tabela 3: Estimativas de parâmetros estatísticos e teste de normalidade para os caracteres morfoagronômicos de produção avaliados em 129 matrizes de açaizeiro coletadas em seis municípios do Nordeste Paraense. Belém-PA, UFRA, 2012.

<b>MATRIZ</b>	<b>VMIN</b>	<b>VMAX</b>	$\bar{X}$	$s^2$	<b>s</b>	<b>CV</b>
<b>RPF (%)</b>	6,93	36,75	20,03	17,12	4,14	20,65
<b>RFC (%)</b>	56,86	97,34	82,01	86,86	9,32	11,36
<b>PTF (kg)</b>	0,10	60,10	13,13	82,92	9,11	69,34

RPF: rendimento de polpa por fruto; RFC: rendimento de frutos por cacho e PTF: produção total de frutos; VMIN: valor mínimo; VMAX: valor máximo;  $\bar{X}$ : média;  $s^2$ : variância; s: desvio padrão; CV: coeficiente de variação.

Quanto ao rendimento de polpa por fruto (RPF), a amplitude de variação foi de 29,82 %, com maior valor 36,75 % na matriz EO-014 (São João de Pirabas) e menor 6,93 % na matriz EO-094 (Ilha do Combu), média foi de 20,03 %, desvio padrão de 4,14 % e coeficiente de variação de 20,65 % (Tabela 3), indicando alta variabilidade nos dados. Oitenta matrizes, representando 62 % das matrizes avaliadas, ficaram abaixo da média e 49 correspondendo 38 %, ficaram acima da média. Estas 49 matrizes foram superiores ao tipo ideal, no mercado de frutos, de no mínimo 20 % do rendimento de polpa por fruto (Figura 21).

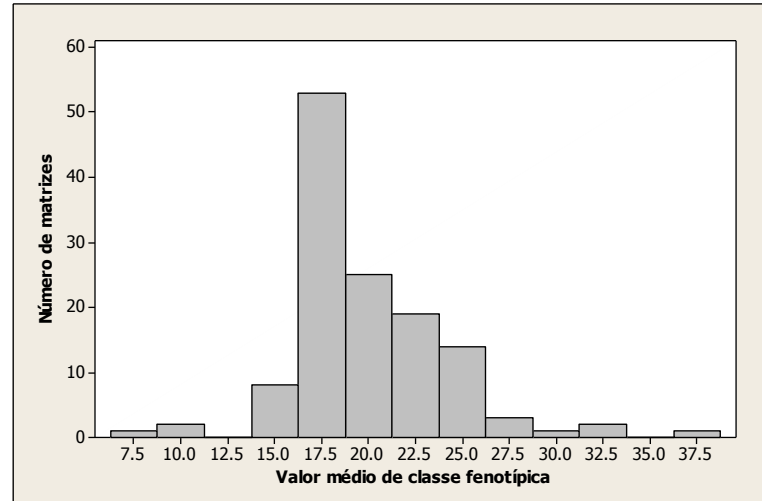


Figura 21. Distribuição de frequência das matrizes de açaizeiro pelo valor médio dos intervalos do rendimento de polpa por fruto. Belém-PA, UFRA, 2012.

No rendimento de frutos por cacho (RFC), a amplitude de variação foi de 40,48 %, com maior valor 97,34 % na matriz EO-033 (Capitão Poço) e menor 56,86 % na matriz EO-010 (Belém), média de 82,01 %, desvio padrão de 9,32 % e coeficiente de variação de 11,36 % (Tabela 3), indicando média variabilidade nos dados. Sessenta e uma matrizes, correspondendo 47,29 % ficaram abaixo da média e 68 representando 52,71 % ficaram acima da média. A Figura 22 mostra um número expressivo de matrizes superior ao tipo ideal para o rendimento de frutos por cacho acima de 60 %.

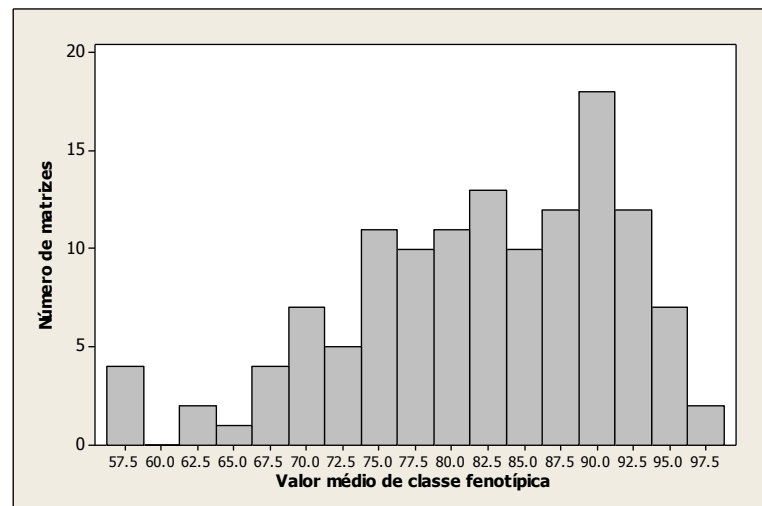


Figura 22. Distribuição de frequência das matrizes de açaizeiro pelo valor médio dos intervalos do rendimento de frutos por cacho. Belém-PA, UFRA, 2012.

Na produção total de frutos (PTF), a amplitude de variação foi de 60 kg, com maior valor 60,1 kg na matriz EO-018 (Salinópolis) e menor 0,1 kg na matriz EO-120 (Ilha do Combu), média de 13,13 kg, desvio padrão de 9,11 kg e coeficiente de variação de 69,34 % (Tabela 3), o que indica variabilidade muito alta nos dados. Oitenta e uma matrizes,

representando 62,79 % ficaram abaixo da média e 48, correspondendo 37,21 % ficaram acima da média. Apenas as matrizes procedentes da Ilha de Mosqueiro (2), EO-006 e EO-007; São João de Pirabas (2), EO-011 e EO-013; Santarém Novo (1), EO-023; Capitão Poço (3) EO-049, EO-051 e EO-053 e Ilha do Combu (6), entre as quais EO-060 e EO-114 atenderam ao ideótipo de pelo menos 25 kg de produção total de frutos (Figura 23).

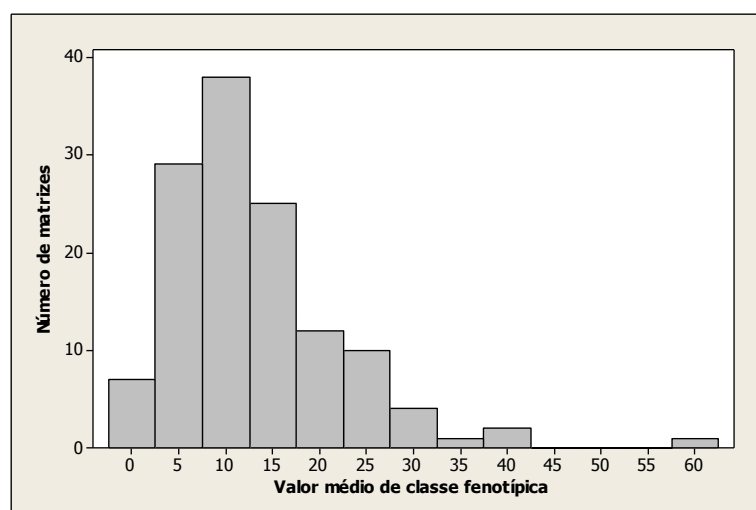


Figura 23. Distribuição de frequência das matrizes de açaizeiro pelo valor médio dos intervalos da produção total de frutos. Belém-PA, UFRA, 2012.

A existência de variabilidade fenotípica foi verificada em todos os caracteres, sendo constatadas variações expressivas para número de estipes por planta, peso do cacho e peso de frutos por cacho, número de frutos por ráquila, número de cachos por planta e número de frutos por cacho, que atingiram valores de coeficientes de variação acima de 30 %. O número de folhas, o diâmetro transversal do fruto, diâmetro longitudinal do fruto, peso do fruto, rendimento de frutos por cacho, peso de 100 frutos e peso da semente foram os que tiveram menor variação. A produção total de frutos foi destacada entre os caracteres com maior variabilidade fenotípica, com potencial para o uso em cultivo e melhoramento genético.

Oliveira; Ferreira; Santos (2007), em avaliação realizada em 87 acessos com base em 22 caracteres da coleção de germoplasma de açaizeiro da Embrapa Amazônia Oriental, verificaram que os resultados dos coeficientes de variação foram bastante variáveis, de 8,21 na altura do estipe a 52,19 % na produção total de frutos, com a maioria dos coeficientes de variação referentes aos caracteres avaliados semelhantes aos obtidos neste trabalho. Em palmeira real (*Archontophoenix*), progênies amostradas em Santa Catarina e avaliadas, em condições experimentais, em Campinas, tiveram baixos coeficientes de variação genéticos para número de folhas (7,80), médio para o diâmetro (16,08) e para outros caracteres, como a altura do estipe, a variação foi de 23,65 a 33,96 (BOVI et al., 2003). Estes resultados são

semelhantes aos encontrados para o açaizeiro, apesar das espécies e dos métodos de estimação serem diferentes. Em espécies não palmáceas, como a pimenta-de-macaco (*Piper aduncum* L.), matrizes coletadas e caracterizadas quanto à variabilidade fenotípica, com o mesmo método de estimativa usado para açaizeiro, o comprimento e a largura das folhas apresentaram as menores variações; circunferência do ramo mais velho foi um dos caracteres que apresentaram maiores variações e a altura da planta apresentou variação mediana (GAIA et al., 2010).

No estudo comparativo feito pela média dos oito caracteres considerados como do tipo ideal foi observado que o número de folhas (11,21), rendimento de frutos por cacho (82,01 %) e rendimento da polpa (20,03 %) atenderam ao ideótipo da espécie. Entretanto, a produção de frutos por planta (13,13 kg) e o peso do cacho (3,53 kg) apresentaram valores abaixo do ideal, já o número de estipe por planta (8,17), comprimento do entrenó (15,63 cm) e peso do fruto (1,46 g) exibiram valores acima do tipo ideal. Oliveira; MOCHIUTTI; FARIAS NETO, (2009) obtiveram resultados de médias análogos para esses caracteres, com exceção da produção de frutos por planta, que foi de 6,72 kg.

Quando o estudo é, sobretudo, com dados de países ou regiões, a distribuição de frequências torna-se útil, pois permite verificar o nível de variabilidade dos estados fenotípicos do caráter (QUEROL, 1993). No açaizeiro, as variações fenotípicas observadas nas distribuições de frequências podem ser devidas ao manejo do homem rural realizados nos quintais de suas propriedades, além das características bioclimáticas próprias da Amazônia Oriental, e isto foi particularmente observado nos caracteres que apresentaram distribuições de frequências mais alongadas. Em muruci (*Byrsonima verbascifolia* Rich. Ex A. Juss.) se observou grande variação no caráter massa de matéria fresca no mesocarpo, podendo haver relação com as características edafoclimáticas, dentre outras, no local de coleta (GUSMÃO; VIEIRA; FONSECA JÚNIOR, 2006).

A análise dos desvios padrão indicou que a dispersão dos dados em relação à média apresentou intervalos diferentes nos três caracteres avaliados, sendo que o rendimento de frutos por cacho apresentou um número maior de valores acima da média. No entanto, a dispersão desse caráter, teve baixa magnitude, o que foi determinante para reduzir o número de desvios padrão e baixar o coeficiente de variação (11,36 %), o qual foi bem inferior, quando comparado aos dos caracteres rendimento de polpa por fruto (20,65 %) e produção total de frutos (69,34 %). Nesses caracteres examinados, foi constatado que o número de desvios padrão do rendimento de polpa por fruto, rendimento de frutos por cacho e produção total de frutos por planta foram, respectivamente, cerca de 3s (três desvios padrão), 2s e 3s

acima da média. De modo análogo, foi constatado que houve três desvios padrão abaixo da média nos caracteres agronômicos rendimento de polpa por fruto e rendimento de frutos por cacho, e em relação ao caráter produção de frutos por planta houve apenas dois desvios padrão abaixo da média. Estas informações, portanto, indicam que houve maior variabilidade fenotípica selecionável na produção total de frutos por planta.

No que se refere às propriedades da distribuição normal, citadas por Ramalho; Ferreira; Oliveira (2005), a probabilidade de se coletar uma amostra com produção total de frutos por planta superior ao maior valor coletado de 60,10 kg, nas mesmas localidades, é aproximadamente zero. Neste caso, a seleção para o melhoramento genético pode ser feita a partir do valor de 49,57 kg correspondente a dois afastamentos padrões. Esta informação é importante para orientar novas coletas direcionadas ao melhoramento genético, caso sejam necessárias. Oliveira; Mochiutti; Farias Neto (2009) em estudo feito em 87 acessos de açaizeiro, com base em 22 caracteres morfoagronômicos, do banco de germoplasma da Amazônia Oriental, Belém-PA, constatou variação expressiva para o caráter produção de frutos por planta, obtendo valores entre 0,10 kg a 50,9 kg. Esses autores sugeriram que para produção de frutos de açaizeiro, o melhoramento genético não tem se limitado à melhoria de apenas um caráter, mas sim de vários, tendo como objetivo obter cultivares que tenham boa produção de frutos por planta. Silva; Barreto; Serôdio (2006), ao avaliarem 69 acessos de banana (*Musa* spp) de dois tipos e quatro procedências dos Estados de SP, MG, BA e SC, por meio de 12 caracteres, ao contrário do que foi observado em matrizes de açaizeiro, não observaram significativa variabilidade entre os acessos, no entanto, foi possível selecionar duas amostras da coleção em estudo para cultivo.

#### 2.3.2.2 Análise univariada da variabilidade com estimativas de parâmetros genéticos

Os resultados obtidos, na análise da variância, com base nos 22 caracteres avaliados apresentaram variabilidade entre as 129 matrizes, pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ), de 77,27 % dos caracteres, indicando a existência de variação genética, possibilitando a identificação de genótipos promissores e obtenção de ganhos por seleção; entretanto o teste não indicou diferença significativa para os caracteres comprimento do entrenó, peso do cacho, comprimento do cacho, circunferência do cacho e número de cachos por planta (Tabela 4).

Tabela 4. Estimativas da análise da variância obtidas para 22 caracteres morfoagronômicos avaliados em 129 matrizes de açaizeiro em seis municípios do Nordeste Paraense. Belém-PA, UFRA, 2012.

CARÁTER	QMT	QMR	F	P
NEP	0,993 *	0,456	2,177	0,028
AE	16,603 **	2,261	7,344	0,000
NF	0,073 **	0,029	2,527	0,008
CAP	110,626 **	33,4	3,312	0,001
CEN	18,577 ns	15,415	1,205	0,298
DTF	3,562 **	0,525	6,789	0,000
DLF	6,075 **	0,775	7,839	0,000
PF	0,071 **	0,022	3,164	0,002
PS	0,079 **	0,016	4,904	0,000
PP	0,01 **	0,004	2,414	0,015
RPF	30,196 **	7,103	4,252	0,000
PC	1,892 ns	1,232	1,535	0,143
PFC	2,603 *	1,201	2,167	0,029
RFC	167,553 **	41,206	4,066	0,000
NRC	1,616 **	0,583	2,769	0,006
NFR	2,067 **	0,599	3,452	0,001
CC	221,502 ns	171,663	1,29	0,249
CIC	516,378 ns	345,036	1,497	0,157
PCF	834,514 **	275,656	3,027	0,003
NCP	0,256 ns	0,196	1,304	0,242
NFC	264,474 **	68,91	3,838	0,000
PTF	117,429 **	40,305	2,913	0,004

Oliveira; Ferreira; Santos (2007), analisando 87 acessos com base em 28 caracteres de açaizeiro, constataram diferenças significativas entre os acessos, pelo teste F ( $p \leq 0,01$  e  $p \leq 0,05$ ) para 26 descritores, com exceção da duração da fase masculina e rendimento de polpa por fruto.

As estimativas da variância genotípica de 77,27 % dos caracteres foram superiores em relação à variância ambiental e os valores do índice de variação b ou coeficiente de variação relativa ( $CV_g/CV_e$ ) maiores que a unidade, exceto para os caracteres que não apresentaram variabilidade significativa (Tabelas 5, 6 e 7). Esta relação entre o coeficiente de variação genética e o coeficiente de variação ambiental, índice b, determina um parâmetro genético útil para selecionar genótipos, quando este parâmetro atinge o valor igual ou superior a um, recomendando ao melhorista, que há possibilidade de fazer seleção entre populações, indicando que o caráter pode ser trabalhado no melhoramento (VENCOVSKY; BARRIGA, 1992).

As estimativas dos coeficientes de variação relativa variaram de 0,46, para o caráter comprimento do entrenó, a 2,56, para diâmetro transversal do fruto (Tabela 5).



Tabela 5. Estimativas de parâmetros genéticos obtidos da análise de 129 matrizes de açaizeiro coletadas em seis municípios do Nordeste Paraense em relação aos caracteres NEP, AE, NF, CAP, CEN, DTF e DLF. Belém, UFRA, 2012.

PARÂMETROS	NEP	AE(m)	NF	CAP(cm)	CEN(cm)	DTF(mm)	DLF(mm)
Vf	0,09	1,40	0,003	9,34	1,57	0,30	0,52
Ve	0,05	0,19	0,001	2,82	1,30	0,04	0,07
Vg	0,04	1,21	0,002	6,52	0,27	0,26	0,45
CVf (%)	10,21	14,90	1,64	7,93	8,01	4,14	6,32
CVe (%)	7,22	5,49	0,95	4,36	7,29	1,51	2,34
CVg (%)	8,07	13,85	1,34	6,63	3,32	3,86	5,94
CVr	0,89	2,52	1,41	1,52	0,46	2,56	2,54
MÉDIA	2,77	7,94	3,34	38,50	15,64	13,22	11,30

GL: grau de liberdade; NEPT: número de estipe por planta; AE: altura do estipe; NFT: número de folhas, CAP: circunferência do estipe; CEN: comprimento do entrenó; DTF: diâmetro transversal do fruto; DLF: diâmetro longitudinal do fruto; CVr = CVg/CVe = coeficiente de variação permanente.

Tabela 6. Estimativas de parâmetros genéticos obtidos da análise de 129 matrizes de açaizeiro coletadas em seis municípios do Nordeste Paraense em relação aos caracteres PF, PS, PP, RPF, PC, PFC e RFC. Belém, UFRA, 2012.

PARÂMETROS	PF(g)	PS(g)	PP(g)	RPF(%)	PC(kg)	PFC(kg)	RFC(%)
Vf	0,006	0,007	0,0008	2,55	0,16	0,22	14,14
Ve	0,002	0,001	0,0003	0,60	0,10	0,10	3,48
Vg	0,004	0,006	0,0005	1,95	0,06	0,12	10,66
CVf (%)	5,30	6,96	9,90	6,03	11,33	15,95	5,73
CVe (%)	3,06	3,14	6,38	2,93	8,96	10,76	2,84
CVg (%)	4,33	6,21	7,58	5,27	6,94	11,78	4,97
CVr	1,42	1,98	1,19	1,80	0,77	1,09	1,75
MÉDIA	1,46	1,17	0,29	26,48	3,53	2,94	65,63

GL: grau de liberdade; PF: peso do fruto; PS: peso da semente; PP: peso da polpa; RPF: rendimento de polpa por fruto, PC: peso do cacho; PFC: peso de frutos por cacho; RFC: rendimento de fruto por cacho.

Tabela 7. Estimativas de parâmetros genéticos obtidos da análise de 129 matrizes de açaizeiro coletadas em seis municípios do Nordeste Paraense em relação aos caracteres NRC, NFR, CC, CIC, PCF, NCP, NFC e PTF. Belém, UFRA, 2012.

PARÂMETROS	NRC	NFR	CC(cm)	CIC(cm)	PCF(g)	NCP	NFC	PTF(kg)
Vf	0,14	0,17	18,69	43,57	70,41	0,022	22,31	9,91
Ve	0,05	0,05	14,48	29,11	23,26	0,017	5,81	3,13
Vg	0,09	0,12	4,21	14,46	47,15	0,005	16,50	6,78
CVf (%)	3,82	8,98	5,46	5,63	5,63	7,53	10,49	23,98
CVe (%)	2,28	4,87	4,80	4,60	3,24	6,62	5,35	13,47
CVg (%)	3,06	7,55	2,59	3,24	4,61	3,59	9,02	19,83
CVr	1,34	1,55	0,54	0,70	1,42	0,54	1,69	1,47
MÉDIA	9,80	4,59	79,21	117,33	149,04	1,97	45,03	13,13

GL: grau de liberdade; NRC: número de ráquias por cacho; NFR: número de frutos por ráquila; CC: comprimento do cacho; CIC: circunferência do cacho; PCF: peso de 100 frutos; NCP: número de cachos por planta; NFC: número de frutos por cacho, PTF: produção total dos frutos.

### 2.3.3 Divergência genética das matrizes por caracteres morfoagronômicos

#### 2.3.3.1 Determinação dos componentes principais

A Tabela 8 mostra o resultado da técnica de análise de componentes principais, apresentando as estimativas dos autovalores associados aos componentes e suas respectivas variâncias absolutas e percentuais obtidas para os 22 caracteres, cada autovalor é uma fração da variância total representada pelo respectivo componente ordenado de maneira decrescente. O primeiro componente respondeu por apenas 25,98 % deste valor. Os dois, três, quatro, cinco e seis primeiros componentes acumularam, respectivamente, 42,09 %, 52,78 %, 61,29 %, 68,01 % e 73,59 % da variância total.

Tabela 8. Estimativas dos autovalores associados aos componentes principais e suas variâncias absolutas percentuais dos 22 caracteres morfoagronômicos em 129 matrizes de açaizeiro coletadas em seis municípios do Nordeste Paraense. Belém-PA, UFRA, 2012.

<b>COMPONENTE PRINCIPAL</b>	<b>AUTOVALOR</b>	<b>VARIÂNCIA PORCENTUAL</b>	<b>VARIÂNCIA PORCENTUAL ACUMULADA</b>
1	5,7152	25,98	25,98
2	3,5431	16,11	42,09
3	2,3514	10,69	52,78
4	1,8731	8,51	61,29
5	1,4777	6,72	68,01
6	1,2277	5,58	73,59
7	1,0977	4,99	78,58
8	0,8559	3,89	82,47
9	0,7434	3,38	85,85
10	0,6256	2,84	88,69
11	0,5840	2,65	91,34
12	0,5222	2,37	93,71
13	0,4772	2,17	95,88
14	0,3791	1,73	97,61
15	0,2334	1,07	98,68
16	0,1734	0,79	99,47
17	0,0534	0,25	99,72
18	0,0485	0,24	99,96
19	0,0093	0,04	100,00
20	0,0053	0,02	99,98
21	0,0033	0,02	100,00
22	0,0001	0,00	100,00

Resultado semelhante foi encontrado por Oliveira; Ferreira; Santos (2006) no estudo de seleção de descritores para caracterização de germoplasma de açaizeiro para produção de frutos, analisando 87 acessos, onde foram avaliados 28 descritores morfoagronômicos por

componentes principais, obtiveram 35,8 % da variação total nos dois primeiros componentes e 68,85 % ficaram distribuídas até o sexto componente.

Em outras palmeiras, percentuais semelhantes aos dois primeiros componentes principais foram registrados por Gomes (2007), estudando variabilidade fenotípica de caracteres vegetativos e reprodutivos em população de pupunheira, avaliando 10 descritores em 1978 plantas adultas do BAG de pupunheira do Instituto do Agrônomo de Campinas (IAC) e Pinto et al. (2010), pesquisando sobre caracterização de 36 acessos de guariroba (*Syagrus oleracea* (Mart.) Becc.) para seleção de 18 descritores morfométricos, obtiveram 41,63 % e 33,86 %, respectivamente.

Em outras culturas, também foram encontrados percentuais próximos nos dois primeiros componentes principais, como nos trabalhos de Karia (2008), estudando a caracterização genética e morfoagronômica de germoplasma de *Stylosanthes guianensis* em 23 caracteres avaliados em 535 acessos e Chiorato et al. (2006), analisando 17 descritores morfoagronômicos em 116 acessos de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.), que obtiveram 33,01 % e 44,33 % da variância total, respectivamente.

A distribuição da variância está associada ao número e à natureza dos caracteres usados na análise, estando concentrada nos primeiros componentes, apenas quando se utiliza um número reduzido de descritores de interesse agrônomo ou que estejam em um mesmo grupo, como folha, floração, frutos ou sementes, entre outros (PEREIRA; VENCOVSKY; CRUZ, 1992). Ressalta-se, ainda, que quando vários caracteres são altamente correlacionados, os primeiros componentes, tendem a explicar quase que a totalidade da variância total da nuvem de dados (FÁVERO et al., 2009). A concentração da variância nos dois primeiros componentes principais foi observada nos trabalhos de Santos (2010), ao estudar a caracterização de dendezeiros subespontâneos com base na produção de frutos e cachos, para os ambientes de Baixada, Mamédio e Beira Mar; obteve 58 %, 65 % e 61 %, respectivamente. Zaninetti (2009), estudando a caracterização do óleo de frutos de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) para produção de biodiesel e Gomes (2007), ao estudar nove descritores morfoagronômicos avaliados em frutos de 377 acessos do BAG - pupunheira - IAC obtiveram 60,3 % e 60,42 %, respectivamente.

### 2.3.3.2 Análise da dispersão gráfica 3D

De modo geral, não se observou tendência de formação de agrupamentos na dispersão gráfica com base nos três primeiros componentes principais (Figura 24). No entanto, algumas

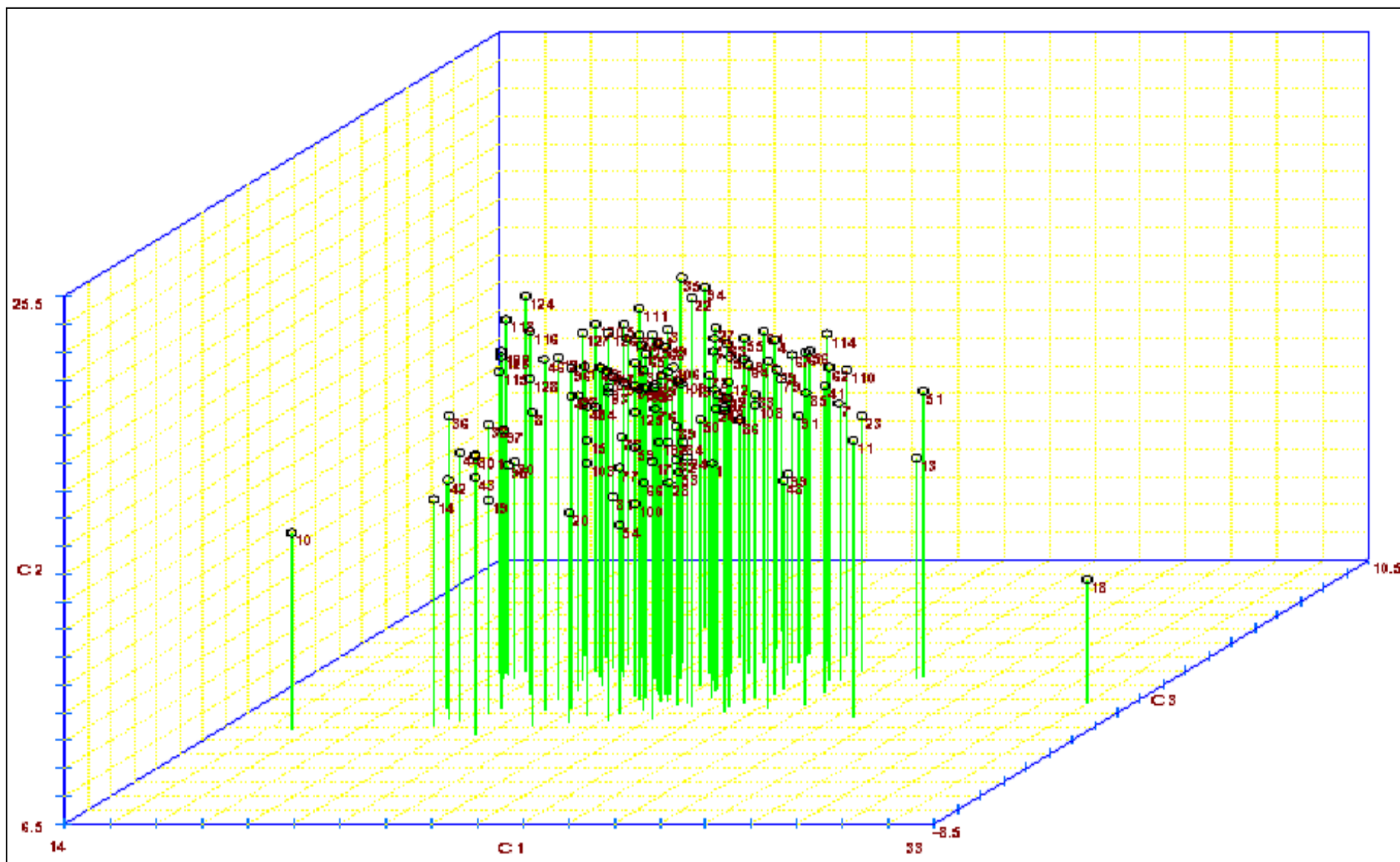


Figura 24. Dispersão gráfica 3D dos primeiros componentes principais com base em 22 caracteres morfoagronômicos de aço. Belém, UFRA, 2012.

matrizes destacaram-se por estarem relativamente separadas do conjunto, como a EO-010 (Belém), EO-013 (São João de Pirabas), EO-051 (Capitão Poço) e EO-018 (Salinópolis), esta se destacou pelo menor nível de similaridade. As matrizes EO-018 (Salinópolis) e EO-035 (Capitão Poço) foram as mais divergentes. As demais formaram um único agrupamento continuamente distribuído no espaço, com alta similaridade morfológica, porém apresentou na parte central uma maior compactação de matrizes, podendo ser considerado como um subgrupo, sendo que este grupo vai se descompactando tanto para o lado direito quanto para o esquerdo, culminando nas matrizes separadas do conjunto.

Percebeu-se, também, que, em relação ao plano lateral e ao plano de fundo, as matrizes EO-124 e EO-111 (Ilha do Combu), EO-034 e EO-035 (Capitão Poço) e EO-022 (Santarém Novo) ficaram acima da média do grupo central. No extremo oposto apareceram as matrizes EO-020 (Salinópolis), EO-054 (Ilha do Combu) e outras não claramente perceptíveis, presentes no subgrupo de compactação, sobre o plano basal. Portanto, em relação à média, apresentaram parcial divergência, as procedências da Ilha do Combu, Capitão Poço e Santarém Novo (matrizes mais acima da média) com a procedência de Salinópolis e a procedência da Ilha do Combu.

#### 2.3.3.3 Seleção de caracteres

A análise de componentes permite, também, proceder ao descarte de caracteres morfoagronômicos redundantes, que pouco contribui para a divergência genética (PEREIRA; VENCOSKY; CRUZ, 1992; NEGREIROS et al., 2008). Neste estudo, a seleção dos caracteres foi efetuada, por dois procedimentos: um preliminar, a seleção direta (JOLLIFFE, 1972 e 1973; MARDIA; KENT; BIBBY, 1979) e o outro definitivo, a seleção com reanálise (CURY, 1993). A partir destes processos foi possível identificar os caracteres que mais contribuíram para a diferenciação das matrizes e avaliar a perda de informação decorrente da utilização de um número reduzido de componentes. Deste modo foi determinada a quantidade de componentes que foram utilizados e o número de caracteres reduzido.

Ao se aplicar o critério de seleção direta foram detectados 13 caracteres para descarte (Tabela 9), os quais apresentaram os maiores coeficientes de ponderação associados (CPA) nos componentes principais (CP) cujos autovalores foram inferiores a 0,7, iniciando-se o descarte a partir de: 1) peso do fruto, no último componente (CP22), que apresentou variância

Tabela 9. Estimativas dos coeficientes de ponderação associados aos componentes principais com autovalores inferiores a 0,7 e identificação dos caracteres com indicação para descarte em cada componente pela seleção direta em 129 matrizes de açaizeiro coletadas em seis municípios do Nordeste Paraense. Belém-PA, UFRA, 2012.

CONJUNTO DE AUTOVETORES ASSOCIADOS AOS COMPONENTES PRINCIPAIS																						
CP	NEP	AE	NF	CAP	CEN	DTF	DLF	PF	PS	PP	RPF	PC	PFC	RFC	NRC	NFR	CC	CIC	PCF	NCP	NFC	PTF
CP10	0,576 <sup>(1)</sup>	-	-0,057	-	-0,419	-	-0,278	-	0,012	0,135	-	0,094	-	-	-	-	0,294	-0,171	-	-0,298	-	-
CP11	0,128	-	0,197	-0,722 <sup>(1)</sup>	0,243	-	-0,036	-	0,037	-0,062	-	-0,208	-	-	-	-	0,277	-0,038	-	0,042	-	-
CP12	-0,247	-	0,187	0,160	-0,236	-	0,219	-	0,010	-0,068	-	-0,355	-	-	-0,410 <sup>(1)</sup>	-	0,269	-0,124	-	-0,012	-	-
CP13	0,106	-	-0,491	0,103	-0,120	-	-0,287	-	0,147	0,053	-	-0,183	-	0,492 <sup>(1)</sup>	0,209	-	0,012	0,052	-	0,242	-	-
CP14	-0,039	-0,475 <sup>(1)</sup>	0,442	0,281	0,046	-	-0,138	-	-0,037	0,047	-	-0,073	-	0,021	0,326	-	0,261	-0,450	-	-0,214	-	-
CP15	-0,036	-0,080	-0,099	0,083	0,100	-	0,202	-	0,084	0,107	-	-0,389	-	-0,356	0,089	0,434 <sup>(1)</sup>	-0,039	-0,023	-	-0,052	-	-
CP16	-0,058	0,037	-0,030	0,002	0,031	0,723 <sup>(1)</sup>	-0,587	-	-0,037	-0,124	-	-0,172	-	0,047	-0,031	0,125	-0,018	0,107	-	0,023	-	-
CP17	-0,006	-0,020	-0,096	0,020	-0,026	-0,097	0,084	-	-0,153	-0,134	-	-0,116	-	0,012	-0,060	-0,233	-0,024	-0,006	-	-0,400	-	0,730 <sup>(1)</sup>
CP18	0,000	-0,057	0,023	0,023	0,006	-0,083	0,044	-	-0,292	-0,152	-	0,062	-	0,051	0,066	0,168	0,003	-0,007	0,747 <sup>(1)</sup>	0,184	-	-0,374
CP19	-0,011	0,005	-0,015	-0,001	0,007	-0,019	0,020	-	0,332	-0,611	0,683 <sup>(1)</sup>	-0,042	-	-0,021	-0,038	-0,103	0,003	-0,014	-0,028	0,049	-	-0,065
CP20	0,003	-0,002	0,003	-0,013	0,003	-0,020	0,003	-	0,089	-0,114	0,147	0,258	-	0,059	0,240	0,540	0,010	-0,003	-0,045	-0,085	-0,615 <sup>(1)</sup>	0,136
CP21	0,000	0,003	0,005	-0,002	-0,008	0,001	0,013	-	0,000	-0,005	0,006	-0,565	0,660 <sup>(1)</sup>	-0,169	0,151	0,294	0,001	-0,010	0,007	-0,006	-0,326	-0,023
CP22			0,000			0,000	0,000	-0,715 <sup>(1)</sup>	0,635	0,293	0,004	0,002	-0,002	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000		0,000	0,000

<sup>(1)</sup>Caráter indicado para descarte.

(V) de 0,0001 e CPA de 0,715 em valor absoluto; 2) peso de frutos por cacho, no componente CP21 ( $V = 0,0033$  e  $CPA = 0,660$ ); 3) número de frutos por cacho, no componente CP20 ( $V = 0,0053$  e  $CPA = 0,615$ ); 4) rendimento de polpa por fruto, no componente CP19 ( $V = 0,0093$  e  $CPA = 0,683$ ); 5) peso de 100 frutos, no componente CP18 ( $V = 0,0485$  e  $CPA = 0,747$ ); 6) produção total de frutos, no componente CP17 ( $V = 0,0534$  e  $CPA = 0,730$ ); 7) diâmetro transversal do fruto, no componente CP16 ( $V = 0,1734$  e  $CPA = 0,723$ ); 8) número de frutos por ráquila, no componente CP15 ( $V = 0,2334$  e  $CPA = 0,434$ ); 9) altura do estipe, no componente CP14 ( $V = 0,3791$  e  $CPA = 0,475$ ); 10) rendimento de frutos por cacho, no componente CP13 ( $V = 0,4772$  e  $CPA = 0,492$ ); 11) número de cachos por planta, no componente CP12 ( $V = 0,5222$  e  $CPA = 0,012$ ); 12) circunferência do estipe à altura do peito, no componente CP11 ( $V = 0,5840$  e  $CPA = 0,722$ ); 13) número de estipes por planta, no componente CP10 ( $V = 0,6256$  e  $CPA = 0,576$ ), sendo, portanto, os que menos contribuem para discriminar as matrizes. Desta forma, conforme a sequência de descarte, os 13 caracteres considerados redundantes foram: PF, PFC, NFC, RPF, PCF, PTF, DTF, NFR, AE, RFC, NRC, CAP e NEP. Então, por esse critério houve um descarte rigoroso de caracteres, sendo selecionado apenas o NF, CEN, DLF, PS, PP, PC, NCP, CIC e CC, cujos componentes apresentaram autovalores superiores a 0,70, que correspondem a 85,85 % da variabilidade total dos caracteres do açaizeiro.

Na seleção com reanálise proposta por Cury (Tabela 10) foram indicados para descarte apenas nove caracteres que, seguindo esse procedimento, assumiram a seguinte ordem: 1) peso do fruto, no último componente (CP22), que apresentou variância (V) de 0,000 e CPA de -0,715 em valor absoluto; 2) peso de frutos por cacho, no componente CP21 ( $V = 0,003$  e  $CPA = 0,661$ ); 3) número de frutos por cacho, no componente CP20 ( $V = 0,005$  e  $CPA = 0,697$ ); 4) rendimento de polpa por fruto, no componente CP19 ( $V = 0,009$  e  $CPA = 0,696$ ); 5) peso de 100 frutos, no componente CP18 ( $V = 0,038$  e  $CPA = 0,723$ ); 6) produção total de frutos, no componente CP17 ( $V = 0,051$  e  $CPA = 0,791$ ); 7) diâmetro transversal do fruto, no componente CP16 ( $V = 0,120$  e  $CPA = 0,682$ ); 8) número de frutos por ráquila, no componente CP15 ( $V = 0,172$  e  $CPA = -0,728$ ) e; 9) número de folhas, no componente CP14 ( $V = 0,336$  e  $CPA = 0,042$ ). Assim, os nove caracteres redundantes, de acordo com a sequência de descarte foi: PF, PFC, NFC, RPF, PCF, PTF, DTF, NFR e NF. Esse critério é menos rigoroso no descarte de caracteres, sendo selecionado o NEP, AE, CAP, CEN, DLF, PS, PP, PC, RFC, NRC, CC, CIC e NCP, que são potencialmente importantes na composição da variabilidade do açaizeiro.

Tabela 10. Estimativas dos coeficientes de ponderação associados aos componentes principais e identificação dos caracteres com indicação para descarte em cada componente pela seleção com reanálise, método de Cury, em 129 matrizes de açaizeiro coletadas em seis municípios do Nordeste Paraense. Belém-PA, UFRA, 2012.

	NEP	AE	NF	CAP	CEN	DTF	DLF	PF	PS	PP	RPF	PC	PFC	RFC	NRC	NFR	CC	CIC	PCF	NCP	NFC	PTF
CP10	-0,157	-	-	-0,094	0,172	-	-	-	0,117	-0,002	-	-0,643	-	-	0,463	-	0,299	-0,338	-	0,303	-	-
CP11	0,207	-	-	-0,323	0,212	-	-0,599	-	0,431	0,084	-	-0,178	-	-	0,320	-	0,181	0,017	-	0,300	-	-
CP12	0,035	-	-	-0,146	0,023	-	-0,468	-	0,392	-0,104	-	-0,471	-	0,492	0,055	-	0,231	0,023	-	0,269	-	-
CP13	-0,008	-0,499	-	0,216	0,052	-	-0,343	-	0,172	0,145	-	-0,391	-	0,137	0,479	-	0,196	-0,302	-	0,056	-	-
CP14	-0,095	-0,369	<b>0,420<sup>(1)</sup></b>	0,238	0,081	-	0,115	-	-0,155	0,110	-	-0,366	-	-0,159	0,363	-	0,212	-0,419	-	-0,236	-	-
CP15	0,055	-0,059	-0,014	0,020	-0,015	<b>-0,728<sup>(1)</sup></b>	0,603	-	0,096	0,219	-	0,073	-	-0,123	0,053	-	0,003	-0,105	-	-0,089	-	-
CP16	-0,028	-0,033	-0,051	0,028	0,065	0,179	-0,087	-	0,157	0,084	-	-0,571	-	-0,273	0,229	<b>0,682<sup>(1)</sup></b>	-0,012	0,013	-	0,020	-	-
CP17	-0,005	0,009	-0,091	0,008	-0,028	-0,050	0,054	-	-0,072	-0,056	-	-0,089	-	0,009	-0,128	-0,386	-0,023	-0,001	-	-0,422	-	<b>0,791<sup>(1)</sup></b>
CP18	-0,004	-0,049	-0,008	0,026	-0,006	-0,082	0,057	-	-0,617	-0,272	-	-0,004	-	0,042	0,032	0,052	-0,005	-0,006	<b>0,723<sup>(1)</sup></b>	0,014	-	-0,058
CP19	-0,010	0,005	-0,014	-0,004	0,007	-0,022	0,020	-	0,398	-0,592	<b>0,696<sup>(1)</sup></b>	0,007	-	-0,011	0,018	0,024	0,005	-0,014	-0,045	0,030	-	-0,036
CP20	-0,002	0,000	-0,005	0,012	0,001	0,016	-0,008	-	-0,099	0,082	-0,121	0,047	-	0,030	-0,283	-0,617	-0,009	0,007	0,037	0,078	<b>0,697<sup>(1)</sup></b>	-0,109
CP21	0,000	0,003	0,005	-0,002	-0,008	0,001	0,013	-	-0,005	-0,007	0,005	-0,565	<b>0,661<sup>(1)</sup></b>	-0,169	0,150	0,294	0,001	-0,010	0,007	-0,006	-0,325	-0,023
CP22			0,000			0,000	0,000	<b>-0,715<sup>(1)</sup></b>	0,635	0,293	0,004	0,002	-0,002	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000		0,000	0,000

(1): Caráter indicado para descarte.



O número de folhas, apesar de ter sido selecionado para descarte pelo critério de Cury, porém não foi excluído pelo critério de Jolliffe e também apresentou alta correlação com todos os caracteres já descartados anteriormente, além do que é o único caráter foliar adotado neste estudo, então se decidiu mantê-lo e encerrar o descarte na oitava reanálise. Desta forma, foram descartados os oito caracteres (PF, PFC, NFC, RPF, PCF, PTF, DTF e NFR) eliminados na análise simultânea dos dois métodos (Tabela 11). Observando os dois procedimentos, foi verificado que a seleção direta eliminou três dos cinco caracteres da planta e 10 caracteres considerados importantes na avaliação da produção de frutos. A seleção com reanálise foi mais flexível, excluindo-se somente os oito caracteres coincidentes com os já descartados na seleção direta. Essas exclusões indicam que nenhum desses caracteres contribui substancialmente para a discriminação das matrizes, de modo que não necessitam ser coletados, proporcionando redução de trabalho, de tempo, de mão de obra e economia de recursos, os quais são elevados em espécies perenes, com perda insignificante para a caracterização (CRUZ; CARNEIRO, 2004).

Tabela 11. Caracteres descartados e selecionados nos procedimentos de seleção direta e seleção com reanálise por ordem de descarte para a caracterização de 129 matrizes açazeiro coletadas em seis municípios do Nordeste Paraense. Belém-PA, UFRA, 2012.

SELEÇÃO DIRETA		SELEÇÃO COM REANÁLISE	
DESCARTADO	SELECIONADO	DESCARTADO	SELECIONADO
PF	NF	PF	NF
PFC	CEN	PFC	NEP
NFC	DLF	NFC	AE
RPF	PS	RFC	CAP
PCF	PP	PCF	CEN
PTF	PC	PTF	DLF
DTF	NCP	DTF	PS
NFR	CIC	NFR	PP
AE	CC	-	PC
RFC	-	-	RFC
NRC	-	-	NRC
CAP	-	-	CC
NEP	-	-	CIC
-	-	-	NCP

PF: peso do fruto; PFC: peso de frutos por cacho; NFC: número de frutos por cacho; RPF: rendimento de polpa por fruto; PCF: peso de 100 frutos; PTF: produção total de frutos; DTF: diâmetro transversal do fruto; NFR: número de frutos por ráquila; AE: altura do estipe; RFC: rendimento de frutos por cacho; NRC: número de ráquulas por cacho; CAP: circunferência do estipe à altura do peito; NEP: número de estipes por planta; NF: número de folhas; CEN: comprimento do entrenó; DLF: diâmetro longitudinal do fruto; PS: peso da semente; PP: peso da polpa; PC: peso do cacho; NCP: número de cachos por planta; CIC: circunferência do cacho; CC: comprimento do cacho.

Deste modo, as informações mais relevantes dos dados amostrais originais ficaram contidas nos 14 caracteres selecionados, fazendo com que os caracteres eliminados não afetassem significativamente a representação dos dados. Esta decisão permitiu o descarte de 36,36 % dos caracteres avaliados, devendo trazer melhorias na caracterização e avaliação das matrizes. Oliveira; Ferreira; Santos (2006) analisaram 28 descritores morfoagronômicos em 87 acessos, excluíram 21,43 % dos caracteres avaliados, porcentual semelhante ao obtido neste trabalho. As estimativas dos coeficientes de correlação de Pearson entre os oito caracteres descartados e os 14 selecionados, encontram-se na Tabela 12. Foi observado que o descarte efetuado não ocasionou perda significativa de informações, pois todos os caracteres redundantes apresentaram-se associadas a pelo menos dois dos selecionados.

Tabela 12. Estimativas dos coeficientes de correlação de Pearson entre os caracteres morfoagronômicos selecionados e os descartados avaliados em 129 matrizes de açaizeiro coletadas em seis municípios do Nordeste Paraense. Belém, UFRA, 2012.

SELECIONADOS	NÃO SELECIONADOS							
	PF	PFC	NFC	RPF	PCF	PTF	DTF	NFR
NEP	0,020	-0,025	-0,044	0,004	0,027	0,077	0,255**	0,004
AE	0,073	0,037	0,118	-0,084	0,100	0,213*	-0,145	-0,061
NF	<b>0,197*</b>	<b>0,414**</b>	<b>0,434**</b>	<b>0,031</b>	<b>0,187*</b>	<b>0,879**</b>	<b>0,080</b>	<b>0,378**</b>
CAP	-0,094	0,353**	0,141	-0,152	0,073	0,077	-0,009	0,016
CEN	0,024	0,117	0,041	0,061	-0,029	0,268**	0,033	0,060
DLF	0,813**	0,322**	0,166	0,041	0,384**	0,301**	0,881**	0,136
PS	0,911**	0,185*	-0,032	-0,449**	0,873**	0,193*	0,432**	-0,116
PP	0,465**	0,114	-0,042	0,855**	0,440**	0,155	0,392**	-0,048
PC	0,202*	0,969**	0,769**	-0,062	0,171	0,727**	0,278**	0,730**
RFC	0,160	0,625**	0,595**	0,166	0,090	0,527**	0,264**	0,561**
NRC	0,140	0,308**	0,432**	-0,107	0,118	0,245**	0,103	0,035
CC	0,095	0,221*	0,169	-0,002	0,093	0,134	0,079	0,129
CIC	0,056	-0,042	-0,026	0,117	0,049	-0,103	-0,031	-0,150
NCP	0,046	-0,086	0,257**	0,130	0,043	0,868**	0,168	0,301**

NEP: número de estipes por planta; AE: altura do estipe; NF: número de folhas; CAP: circunferência do estipe à altura do peito; CEN: comprimento do entrenó; DTF: diâmetro transversal do fruto; DLF: diâmetro longitudinal do fruto; PF: peso do fruto; PS: peso da semente; PP: peso da polpa; RPF: rendimento de polpa por fruto; PC: peso do cacho; PFC: peso de frutos por cacho; RFC: rendimento de frutos por cacho; NRC: número de ráquias por cacho; NFR: número de frutos por ráquila; CC: comprimento do cacho; CIC: circunferência do cacho; PCF: peso de 100 frutos; NCP: número de cachos por planta; NFC: número de frutos por cacho; PTF: produção total de frutos.

Considerando-se os seis primeiros componentes, os caracteres selecionados que mais contribuíram para a representação das matrizes foram em ordem decrescente: peso do cacho (PC), rendimento de frutos por cacho (RFC), número de ráquias por cacho (NRC), diâmetro longitudinal do fruto (DLF), número de folhas (NF), número de cachos por planta (NCP), altura do estipe (AE), circunferência à altura do peito (CAP), circunferência do cacho (CIC),

comprimento do cacho (CC), comprimento do entrenó (CEN), número de estipe por planta (NEP), peso da semente (PS) e, peso da polpa (PP).

#### 2.3.3.4 Caracteres descartados

Os três caracteres de frutos descartados, PF, RPF e DTF, são considerados importantes na avaliação e seleção de açazeiros, porém, o PF e o DTF estão altamente correlacionados aos caracteres selecionados DLF, PS, PP e PC, e o RPF está associado ao PS e ao PP (Tabela 12). Oliveira; Ferreira; Santos (2006) obtiveram também correlação entre os caracteres descartados PF e DTF aos caracteres selecionados DLF, PS e PC, mas não descartaram o RPF. Carvalho; Muller (2005), em estudo de caracterização biométrica e rendimento percentual de polpa de frutas nativas da Amazônia, verificaram que esse caráter em açazeiro é baixo e bastante influenciado pelo ambiente. Quanto ao caráter PF; Rogez (2000) afirma não haver relação com teor de matéria seca, responsável pelo aumento do rendimento do açáí.

Os três caracteres agronômicos rejeitados PFC, PTF, PCF também são citados como relevantes na seleção de frutos dessa espécie, mas foi verificada alta correlação entre PFC e PC e entre PTF e NCP. Oliveira; Ferreira; Santos (2006), em trabalhos com essa palmeira ratificam as relações aqui obtidas, inclusive ressaltando que o caráter PTF pode ser explicado totalmente pelo NCP. Quanto ao PCF, tal como o PF, foi correlacionado aos caracteres DLF, PS, PP e PC (Tabela 12).

Os caracteres agronômicos descartados, NFC e NFR, estão altamente correlacionados ao caráter selecionado PC (Tabela 12). Oliveira; Ferreira; Santos (2006) em estudo sobre seleção de descritores de germoplasma de açazeiro para produção de frutos em 87 acessos avaliados em 28 descritores não considerou os caracteres NFC e NFR. Dos seis caracteres descartados em Oliveira et al. (dias de floração total, peso de frutos por cacho, peso do fruto, produção total de frutos, diâmetro transversal do fruto e peso da polpa), apenas o peso da polpa não coincidiu com os caracteres descartados neste trabalho, que também não considerou dias de floração total. Oliveira; Fernandes (2001) realizaram estudo para obtenção de estimativas do coeficiente de repetibilidade em caracteres do cacho de açazeiro, para determinar a variabilidade genética em 30 genótipos, onde foi mensurado o NFC a análise da variância apresentou diferença significativa entre os genótipos ( $P < 0,001$ ), porém, o coeficiente de repetibilidade foi inexpressivo, indicando que esse caráter é altamente influenciado pelo ambiente.

Em referência aos caracteres selecionados neste trabalho, Oliveira; Ferreira; Santos (2006) destacaram a importância de 12 deles (NEP, AE, NF, CAP, CEN, DLF, PS, NCP, PC, RFC, NRC e CC), com exceção apenas do rendimento de polpa por fruto. Os caracteres número de estipes em frutificação por planta, comprimento da bainha foliar, dias de floração masculino, intervalo entre fases de floração, dias de floração feminina, dias após a polinização, número de anos em produção e número de meses em produção mencionados no trabalho desses autores não foram considerados neste estudo por se tratar de dados de coleta.

### 2.3.3.5 Eficiência de descarte

Para avaliar a eficiência de descarte, os grupos de dissimilaridade das 10 procedências de açaizeiro foram comparados com base nos 22 caracteres originais e nos 14 selecionados das 129 matrizes, para formação dos grupos foi utilizada a distância euclidiana média e o método de otimização de Tocher (Tabela 13). No agrupamento das procedências pelos caracteres originais, foram obtidos três grupos distintos, o primeiro, constituído de oito procedências, o segundo e o terceiro apenas de uma procedência. Nos 14 caracteres selecionados foram obtidos quatro grupos, apresentando pequena diferença em relação à distribuição e ao número de genótipos dos grupos, o primeiro, formado de seis procedências, o segundo de duas, o terceiro e o quarto, apenas de uma.

Tabela 13. Grupos de dissimilaridade constituídos de 10 procedências de açaizeiro formados pelo método de Tocher das 129 matrizes, com base nos 22 caracteres originais e nos 14 selecionados. Belém-PA, UFRA, 2012.

GRUPO	PROCEDÊNCIA	
	22 caracteres originais	14 caracteres selecionados
1	Ilha de Mosqueiro, São João de Pirabas, Santarém Novo, Ourém, Ilha do Combu (Rio Jordão), Salinópolis, Ilha do Combu (Furo São Sebastião), Ilha do Combu (Beira-rio)	São João de Pirabas, Santarém Novo, Ilha do Combu (Beira-rio), Capitão Poço, Ilha do Combu (Furo São Sebastião), Ilha do Combu (Rio Jordão)
2	Capitão Poço	Ilha de Mosqueiro e Salinópolis
3	Belém	Belém
4	-	Ourém

Na comparação entre os 22 caracteres originais e os 14 selecionados, as procedências de Ilha de Mosqueiro e Salinópolis, que constavam no primeiro grupo dos 22 caracteres foram distribuídas para o segundo e Ourém, também incluída no primeiro, foi deslocada para o

quarto grupo dos 14 selecionados. A procedência de Capitão Poço, pertencente ao segundo grupo dos 22 foi deslocada para o primeiro grupo dos 14. Houve coincidência da procedência de Belém no terceiro grupo (Tabela 13).

Os resultados mostraram pequenas mudanças em relação ao número e à distribuição dos dois grupos, ocorrendo 60 % de coincidência das procedências no primeiro grupo e total no terceiro grupo. Além do que, os grupos formados pelos caracteres selecionados tiveram melhor discriminação, pois a procedência de Ilha de Mosqueiro, Salinópolis e Ourém que foram similares no primeiro grupo dos 22, foram dissimilares no agrupamento com base nos 14 caracteres selecionados. Estes resultados comprovam a eficiência do descarte (Tabela 13).

Oliveira; Ferreira; Santos (2006), na comparação dos grupos de dissimilaridades de 21 procedências de 87 acessos de açazeiro, usando o método de Tocher, para eficiência de descarte, observou que nos 28 descritores originais foram formados quatro grupos e nos 22 selecionados foram discriminados sete grupos, havendo modificações em relação ao número e distribuição, com coincidência total no último grupo e parcial no penúltimo e último grupos, e concluiu que há maior eficiência com os caracteres selecionados devido à formação de mais grupos.

#### 2.3.3.6 Estimativas de similaridade e dissimilaridade

A variação nas estimativas de dissimilaridade genética entre as 8.256 combinações referente as 129 matrizes de açazeiro avaliadas com base nos 14 caracteres selecionados foi bastante elevada, cujos valores observados entre os pares variaram de 0,466 a 3,149, indicando ampla variabilidade genética no conjunto, com amplitude maior que a encontrada por Oliveira; Ferreira; Santos (2007) em estudo sobre divergência genética de acessos de açazeiro fundamentada em descritores morfoagronômicos.

A Tabela 14 apresenta apenas 20 das combinações menos divergentes e as respectivas estimativas de dissimilaridades ( $d_{ij}$ ). A maior similaridade genética foi verificada entre as matrizes E0-070 e E0-072, ambas procedentes da Ilha do Combu ( $d_{ij} = 0,446$ ), seguida das combinações entre as matrizes EO-064 x EO-071 ( $d_{ij} = 0,504$ ) e EO-106 x EO-117 ( $d_{ij} = 0,507$ ), todas também da Ilha do Combu. A menor variabilidade entre esses pares de matrizes pode ser explicada devido à coleta ter sido realizada em localidades muito próximas geograficamente, em propriedades de ribeirinhos do rio Guamá, o que possibilita o surgimento de cruzamentos entre indivíduos aparentados ou de autofecundações (SOUZA, 2002). As matrizes EO-012 (São João de Pirabas), EO-064, EO-067 e EO-072 (as três da Ilha

do Combu) ocorreram em diversas combinações, o que indica alta similaridade genética em relação às outras matrizes.

Tabela 14. Síntese da matriz de distância euclidiana média entre as 129 matrizes de açaizeiro mais similares, avaliadas em 14 caracteres morfoagronômicos. Belém PA, UFRA, 2012.

COMBINAÇÃO				DISTÂNCIA	
MATRIZ1	LOCAL		MATRIZ2	LOCAL	$d_{ij}$
EO-070	Ilha do Combu	x	EO-072	Ilha do Combu	0,466
EO-064	Ilha do Combu	x	EO-071	Ilha do Combu	0,504
EO-106	Ilha do Combu	x	EO-117	Ilha do Combu	0,507
EO-107	Ilha do Combu	x	EO-028	Santarém Novo	0,512
EO-015	Salinópolis	x	EO-020	Salinópolis	0,519
EO-096	Ilha do Combu	x	EO-120	Ilha do Combu	0,522
EO-088	Ilha do Combu	x	EO-126	Ilha do Combu	0,542
EO-066	Ilha do Combu	x	EO-081	Ilha do Combu	0,552
EO-031	São João de Pirabas	x	EO-059	Ilha do Combu	0,579
EO-034	Capitão Poço	x	EO-037	Capitão Poço	0,594
EO-064	Ilha do Combu	x	EO-067	Ilha do Combu	0,599
EO-012	São João de Pirabas	x	EO-025	Santarém Novo	0,616
EO-023	Santarém Novo	x	EO-067	Ilha do Combu	0,616
EO-055	Ilha do Combu	x	EO-057	Ilha do Combu	0,622
EO-080	Ilha do Combu	x	EO-097	Ilha do Combu	0,623
EO-045	Capitão Poço	x	EO-047	Capitão Poço	0,635
EO-041	Ourém	x	EO-072	Ilha do Combu	0,638
EO-061	Ilha do Combu	x	EO-064	Ilha do Combu	0,640
EO-006	Ilha do Mosqueiro	x	EO-012	São João de Pirabas	0,640
EO-012	São João de Pirabas	x	EO-021	Salinópolis	0,643

A Tabela 15 apresenta as 20 combinações mais divergentes e suas respectivas estimativas de dissimilaridades. A maior dissimilaridade genética foi observada entre as matrizes EO-010 (Belém) x EO-018 (Salinópolis),  $d_{ij} = 3,149$ ; seguidas das combinações entre as matrizes EO-062 (Ilha do Combu) x EO-010 e EO-010 x EO-051 (Capitão Poço), cujas distâncias foram 2,994 e 2,896, respectivamente. As matrizes EO-010 e EO-062 foram as que apresentaram maior diversidade genética, uma vez que ocorreram em várias das combinações mais divergentes. Estas matrizes podem ser consideradas uma das melhores opções de genitores em programas de melhoramento genético. Maior destaque deve ser dado à matriz EO-010, que apareceu 19 vezes, das 20 combinações mais dissimilares.

As combinações entre as matrizes referenciadas na Tabela 15 são todas promissoras para serem usadas em cruzamentos para obtenção de genótipos superiores, como exemplo, pode-se mencionar a combinação entre as matrizes EO-010 x EO-018, de maior dissimilaridade genética, podendo-se obter descendentes com maior variabilidade genética e maior efeito heterótico.

Tabela 15. Síntese da matriz de distância euclidiana média entre as 129 matrizes de açaizeiro mais dissimilares, avaliadas em 14 caracteres morfoagronômicos. Belém PA, UFRA, 2012.

COMBINAÇÃO				DISTÂNCIA	
MATRIZ1	LOCAL		MATRIZ2	LOCAL	$d_{ij}$
EO-010	Belém	x	EO-018	Salinópolis	3,149
EO-010	Belém	x	EO-062	Ilha do Combu	2,994
EO-010	Belém	x	EO-051	Capitão Poço	2,896
EO-010	Belém	x	EO-060	Ilha do Combu	2,892
EO-010	Belém	x	EO-056	Ilha do Combu	2,888
EO-010	Belém	x	EO-011	São João de Pirabas	2,874
EO-010	Belém	x	EO-016	Salinópolis	2,814
EO-010	Belém	x	EO-079	Ilha do Combu	2,800
EO-010	Belém	x	EO-114	Ilha do Combu	2,784
EO-007	Ilha do Mosqueiro	x	EO-010	Belém	2,784
EO-010	Belém	x	EO-022	Santarém Novo	2,775
EO-010	Belém	x	EO-110	Ilha do Combu	2,767
EO-010	Belém	x	EO-033	Capitão Poço	2,757
EO-010	Belém	x	EO-013	Santarém Novo	2,755
EO-019	Salinópolis	x	EO-062	Ilha do Combu	2,747
EO-010	Belém	x	EO-035	Capitão Poço	2,743
EO-010	Belém	x	EO-069	Ilha do Combu	2,725
EO-010	Belém	x	EO-023	Santarém Novo	2,703
EO-004	Ilha do Mosqueiro	x	EO-010	Belém	2,699
EO-010	Belém	x	EO-055	Ilha do Combu	2,686

### 2.3.3.7 Método de otimização de Tocher

Na análise de agrupamento pelo método de otimização Tocher, com base nas estimativas da distância euclidiana média das 129 matrizes dos municípios estudados, foi verificada a formação de 10 grupos distintos. O primeiro grupo foi o mais numeroso, constituído de 107 matrizes, equivalente a 82,9 %, procedentes da Ilha do Combu (68), Capitão Poço (15), Santarém Novo (sete), São João de Pirabas (seis), Ilha de Mosqueiro (seis), Salinópolis (três), Belém (duas) e Ourém (uma) (Tabela 16).

No grupo II, formado de quatro matrizes, distribuídas nas localidades de Capitão Poço (duas), Ilha do Combu (uma) e Ilha do Mosqueiro (uma).

No grupo III, formado de cinco matrizes provenientes da Ilha do Combu (duas), Ourém (duas) e Belém (uma).

No grupo IV, formado de quatro matrizes procedentes da Ilha do Combu.

No grupo V, formado de três matrizes oriundas de Salinópolis (duas) e São João de Pirabas (uma).

Tabela 16. Grupos de similaridade genética entre 129 matrizes de açaizeiro, mediante a utilização de 14 caracteres selecionados, gerados pelo método de otimização de Tocher com base na distância euclidiana média. Belém-PA, UFRA, 2012.

<b>GRUPO</b>	<b>MATRIZ</b>											
	70	72	41	71	64	12	25	39	102	57	67	21
	37	65	2	15	31	127	34	68	55	87	28	108
	6	47	107	59	96	99	78	75	121	61	48	1
	77	89	24	20	66	92	85	13	23	93	126	88
<b>I</b>	50	73	81	103	74	86	120	82	104	98	116	113
	106	32	129	63	84	27	117	90	5	26	52	45
	3	58	40	4	105	9	38	91	119	112	125	123
	122	95	100	83	115	97	44	118	46	94	76	80
	69	128	124	51	114	22	29	30	36	53	110	
<b>II</b>	7	49	60	33								
<b>III</b>	8	43	54	42	101							
<b>IV</b>	56	62	79	111								
<b>V</b>	14	17	16									
<b>VI</b>	11	18										
<b>VII</b>	35											
<b>VIII</b>	109											
<b>IX</b>	19											
<b>X</b>	10											

No grupo VI, formado de duas matrizes procedentes de Salinópolis (uma) e São João de Pirabas (uma).

Os grupos VII, VIII, IX e X foram constituídos pelas matrizes EO-035 (Capitão Poço), EO-109 (Ilha do Combu), EO-019 (Salinópolis) e EO-010 (Belém), distribuídas em grupos isolados e, possivelmente, apresentam maior dissimilaridade média em relação às demais avaliadas.

Oliveira; Ferreira; Santos (2007), em estudo sobre divergência genética entre 87 acessos de açaizeiro com base em 22 caracteres morfoagronômicos conservados na coleção de germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém-PA, verificaram a formação de 24 agrupamentos pelo método de Tocher, os quais foram constituídos por poucos acessos, de dois a quatro, com exceção do último grupo, formado por apenas um acesso.



Manfio (2010), usando o mesmo método, em análise genética no melhoramento da macaúba entre 145 matrizes procedentes dos Estados de Minas Gerais (91), Mato Grosso do Sul (41), São Paulo (10), Pernambuco, Pará e Maranhão, cada um destes Estados com apenas uma matriz verificou a formação de nove grupos distintos com maior concentração de matrizes nos dois primeiros grupos e os três últimos grupos com apenas uma matriz. Quando analisou somente as matrizes de Minas Gerais, observou a formação de 17 grupos, com maior densidade no grupo I, com 25 matrizes e os últimos sete grupos com apenas uma matriz cada.

A matriz EO-010 (Belém), isolada no último grupo, na análise intergrupos, foi a mais divergente em relação a todo conjunto genotípico, uma vez que esse grupo apresentou a maior divergência com os demais. Mas as matrizes EO-011 (São João de Pirabas), EO-018 e EO-019 (Salinópolis), EO-035 (Capitão Poço), EO-062 e EO-109 (Ilha do Combu) também apresentam dissimilaridade genética, constituindo-se em boas opções de parentais, por isso podem ser indicadas para um programa de melhoramento genético, desde que os cruzamentos apresentem características agronômicas desejáveis, visando obter a melhoria dos caracteres quantitativos.

#### 2.3.3.8. Método de UPGMA

O dendrograma estabelecido com base no método UPGMA para identificar os grupos das 129 matrizes avaliadas em 14 caracteres morfoagronômicos, foi observado a formação de nove grupos utilizando 65 % de dissimilaridade como critério de definição (Figura 25). Os grupos de similaridades constam na Tabela 17.

O grupo I foi formado de 104 matrizes, equivalente a 81 %, sendo da Ilha do Combu (68), Capitão Poço (13), Santarém Novo (seis), São João de Pirabas (seis), Ilha de Mosqueiro (quatro), Salinópolis (três), Ourém (duas) e Belém (duas). O grupo II foi formado de cinco matrizes, sendo de Capitão Poço (duas), Ilha do Combu (uma), Belém (uma) e Ourém (uma). O grupo III foi formado de 11 matrizes, sendo de Capitão Poço (três), Ilha do Combu (três), Ilha do Mosqueiro (duas), São João de Pirabas (uma), Salinópolis (uma) e Santarém Novo (uma). O grupo IV foi formado de três matrizes, todas da Ilha do Combu. O grupo V foi formado apenas de uma matriz da Ilha do Combu. O grupo VI foi formado por duas matrizes, sendo de São João de Pirabas (uma) e Salinópolis (uma). Os grupos VII e VIII apresentaram duas matrizes procedentes de Salinópolis e grupo IX, apenas de uma matriz procedente de Belém.

Tabela 17. Grupos de similaridade genética entre 129 matrizes de açaizeiro, mediante a utilização de 14 caracteres selecionados, estabelecidos pelo método de UPGMA, com base na distância euclidiana média. Belém-PA, UFRA, 2012. Belém-PA, UFRA, 2012.

<b>GRUPOS</b>	<b>MATRIZES</b>											
	1	2	3	5	6	9	12	14	15	20	21	23
	24	25	26	27	28	29	30	31	32	34	35	36
	37	38	39	40	41	42	44	45	47	48	50	52
	54	55	57	58	59	61	63	64	65	66	67	68
	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
<b>I</b>	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	92	93
	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105
	106	107	108	112	113	115	116	117	118	119	120	121
	122	123	124	125	126	127	128	129				
<b>II</b>	8	43	46	53	111							
<b>III</b>	4	7	13	16	22	33	49	51	60	110	114	
<b>IV</b>	56	62	91									
<b>V</b>	109											
<b>VI</b>	11	18										
<b>VII</b>	17											
<b>VIII</b>	19											
<b>IX</b>	10											

Este método isolou quatro matrizes, correspondentes aos grupos V, VII, VIII, e IX, definidos como dissimilares em relação aos demais, conseqüentemente, com matrizes mais divergentes, verificando-se que a matriz EO-010 (Belém) foi classificada como a mais divergente entre todas as matrizes.

Além da matriz EO-010 (Belém), as matrizes EO-011 (São João de Pirabas), EO-017, EO-018 e EO-019 (Salinópolis); EO-062 e EO-109 (Ilha do Combu) foram as mais promissoras, com viabilidade de serem utilizadas em programas de melhoramento genético de açaizeiro para caracteres morfoagronômicos quantitativos.

Oliveira; Ferreira; Santos (2007), em estudo sobre divergência genética entre 87 acessos de açaizeiro com base em 22 caracteres morfoagronômicos conservados na coleção de germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém-PA, verificaram a formação de cinco grupos pelo método de UPGMA, os dois primeiros foram formados por 11 acessos,

considerados os mais divergentes, sendo que o último grupo reuniu 33 acessos, provavelmente os menos divergentes, não houve nenhum grupo isolado.

Manfio (2010), empregando o método de UPGMA, em análise genética no melhoramento da macaúba entre 145 matrizes verificou a formação de cinco grupos formados por matrizes de mais de uma procedência, sem tendência em relação à origem geográfica, não havendo isolamento de nenhuma matriz com maior. Na análise entre as 91 matrizes de Minas Gerais, observou a formação de oito grupos, com os dois primeiros grupos reunindo 30 e 32 matrizes, respectivamente, e os VI e VII apresentaram matrizes isoladas.

Pelos dois métodos, Tocher e UPGMA, utilizados nos trabalhos desses autores observou-se variabilidade nos acessos provenientes de mesmos municípios, ao contrário do que foi observado neste estudo, que apresentou pouca variabilidade em matrizes da mesma localidade, como no caso da maioria das matrizes da Ilha do Combu, concentradas no grupo I.

O número de grupos formados pelos dois métodos foi muito semelhante e apresentaram ampla variabilidade entre os genótipos estudados. Para o melhoramento genético, é importante a separação das matrizes em grupos distintos, uma vez que, quando se realizar cruzamentos entre indivíduos de grupos diferentes pode-se obter heterose.

Os dois métodos alocaram as 129 matrizes em grupos muito semelhantes, sendo que o método de Tocher apresentou a distância média dentro dos grupos sempre menor que a distância média entre grupos. O que indica que as matrizes de um mesmo grupo são mais similares do que as matrizes de grupos diferentes. No estudo da divergência genética, a utilização conjunta do método de otimização de Tocher com o método de UPGMA é recomendada.

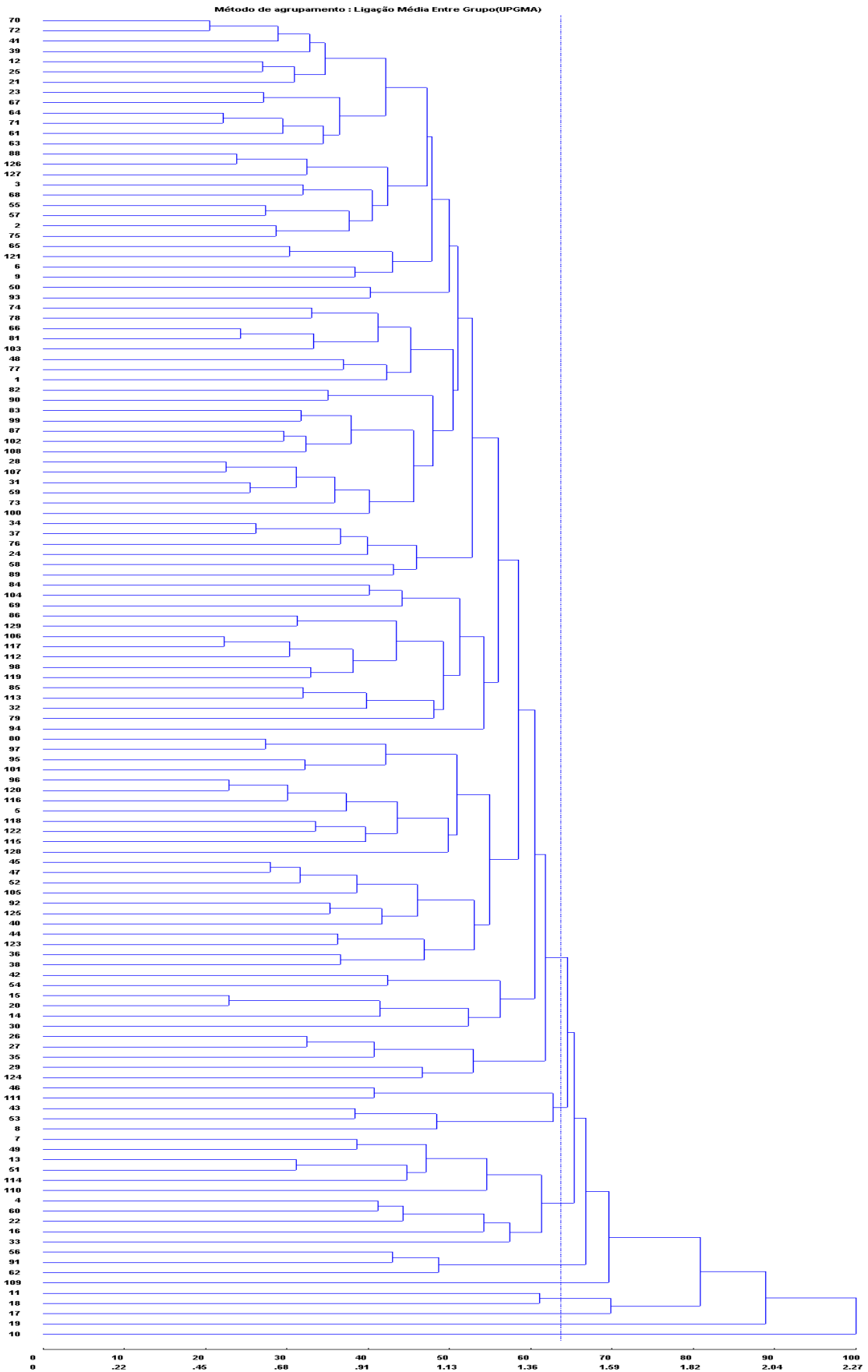


Figura 25. Agrupamento das 129 matrizes de açaizeiro procedentes de seis municípios do Nordeste Paraense pelo método de UPGMA, baseado na divergência genética expressa pela distância euclidiana média. Belém-PA, UFRA, 2012.

## 2.4 CONCLUSÃO

- Ampla variabilidade genética foi verificada no conjunto de germoplasma de açaizeiro dos municípios do Nordeste Paraense.

- Na análise da variância univariada a maioria dos caracteres morfoagronômicos avaliados fornecem informações que as 129 matrizes apresentam elevada variabilidade fenotípica.

As estimativas da variância genotípica de 77,27 % dos caracteres foram superiores em relação à variância ambiental, indicando que esses caracteres podem ser trabalhados no melhoramento genético.

- Na análise de componentes principais, os seis primeiros componentes acumularam 73,59 % da variância total.

- O descarte de 36,36% dos caracteres avaliados ocasionou perda mínima da variância total, trazendo melhorias na caracterização e avaliação das matrizes de açaizeiro.

Os caracteres selecionados que mais contribuíram para a representação das matrizes foram em ordem decrescente: PC, RFC, NRC, DLF, NF, NCP, AE, CAP, CIC, CC, CEN, NEP, PS e PP.

Os 14 caracteres selecionados são capazes de quantificar a divergência genética entre as matrizes, pelo uso da distância euclidiana média padronizada, classificando-a consistentemente pelos métodos de Tocher e UPGMA.

- Os métodos de agrupamento, Tocher e UPGMA, reuniram as matrizes em dez e nove grupos, praticamente semelhantes.

- As matrizes com maior divergência em relação às demais matrizes estudadas foram EO-010 (Belém); EO-011 (São João de Pirabas), EO-017, EO-018 e EO-019 (Salinópolis); EO-062 e EO-109 (Ilha do Combu).

- As matrizes EO-010 (Belém) e EO-062 (Ilha do Combu) foram as que mais se destacaram para serem utilizadas como genitoras potenciais em programas de melhoramento genético do açaizeiro.

## REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, D.; CUNHA, R.L.; HUBINGER, M.D. Conservação do açaí pela tecnologia de obstáculos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.24, n.1, p.114-119. 2004.

ALVES, R.M.; FARIAS NETO, J. T.; CRUZ, E.D.; OLIVEIRA, M.S.P. Estratégias do melhoramento genético desenvolvido pela Embrapa Amazônia Oriental, para obtenção das primeiras cultivares de cupuaçuzeiro e açaizeiro. In: SEMINÁRIO TÉCNICO BRASIL-JAPÃO. 2003, Belém. *Anais...* Belém: EMBRAPA-CPATU, 2003. (Embrapa-CPATU. Documentos, 180).

AMOROSO, M.C.M. *A perspectiva etnobotânica na conservação de biodiversidade*. Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/xivbsbp/Palestra05MMCMA.PDF>> Acesso em: 18 jul. 2008.

BAJAJ, Y.P.S. Cryopreservation of plant cell, tissue, and organ culture for the conservation of germplasm and biodiversity. In: BAJAJ, YPS. (Ed). *Biotechnology in agriculture and forestry: Cryopreservation of plant germplasm I*. Berlin: Springer-Verlag, 1995. p.3-28. v.32.

BALLVÉ, R.M.L. *Isoenzimas como marcadores genéticos em palmito (Euterpe spp)*. Campinas-SP, 1988. 95f. Dissertação (Mestrado em Biologia) – Instituto de Biologia, Universidade de Campinas (UNICAMP), São Paulo.

BARROS, L.M. *Caracterização morfológica e isoenzimática do cajueiro (Anacardium occidentale L.), tipos comum e anão precoce, por meio de técnicas multivariadas*. Piracicaba, 1991. 256f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, (ESALQ-USP), São Paulo.

BASTOS, T.X. *O estado atual dos conhecimentos das condições climáticas da Amazônia Brasileira: zoneamento agrícola da Amazônia: primeira aproximação*. Belém-PA: IPEAN, 1972. p.68-122. (Boletim Técnico, 54).

BEKELE, F.L.; KENNEDY, A.J.; McDAVID, C., LAUCKNER, F.B.; BEKELE, I. Numeral taxonomic studies on cacao (*Theobroma cacao* L.) in Trinidad. *Euphytica*, v.75, p.231-240, 1994.

BESPALHOK, G.O. *Domesticação das plantas cultivadas*. <Disponível em: <http://www.bespa.agrarias.ufpr.br/paginas/livro/capitulo%202.pdf>> Acesso em: 26 abril 2011.

BOVI, MLA; RESENDE, MDV; SPIERING, SH. Genetic parameters estimation in King palm through a mixed mating system model. *Horticultura Brasileira*, v.21, n.1, p.93-98, 2003.

BLANK, A.F.; CARVALHO FILHO, J.L. S.; SANTOS NETO, A.L.S.; ALVES, P.B.; ARRIGONI-BLANK, M.F.A.; MANN, R.S.; MENDONÇA, M.C. Caracterização morfológica e agrônômica de acessos de manjeriço e alfavaca. *Horticultura Brasileira*, v. 22, n.1, p.113-116, 2004.

BROWN, A.H.D. The genetic structure of crop landraces and the challenge to conserve them *in situ* on farms. In: BRUSH, S.B., (Ed). *Genes in the field: On-farm conservation of crop diversity*. Boca Raton-FL: Lewis Publ./International Development Research Centre/International Plant Genetic Resources Institute, 2000. p.29-48.

CALBO, M.E.R.; MORAES, J.A.P.V. Efeitos da deficiência de água em plantas de *Euterpe oleracea* (açai). *Revista Brasileira de Botânica*, v.23, n.3, p.225-230, 2000.

CALZAVARA, B.B.G. *O açaizeiro (Euterpe oleraceae Mart.)* Belém: EMBRAPA-CPATU, 1972. (série Cultivos Pioneiros).

CARGNELUTTI FILHO, A.; RIBEIRO, N.D.; REIS, R.C.P.; SOUZA, J.R.; JOST, E. Comparação de métodos de agrupamento para o estudo da divergência genética em cultivares de feijão. *Ciência Rural*, v.38, n.8, p.2138-2145, 2008.

CARVALHO, J.E.U.; NASCIMENTO, W.M.O.; MÜLLER, C.H. *Características físicas e de germinação de sementes de espécies frutíferas nativas da Amazônia*. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1998. 18p. (Boletim de Pesquisa, 203).

\_\_\_\_\_; MÜLLER, C.H. *Biometria e rendimento percentual de polpa de frutas nativas da Amazônia*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 3p. (Comunicado Técnico, 139).

\_\_\_\_\_, L.P.; LANZA, M.A.; FALLIERI, J.; SANTOS, J.W. Análise da diversidade genética entre acessos de banco ativo de germoplasma de algodão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.38, n.10, p.1149-1155, 2003.

CAVALCANTE, P. 6.ed. *Frutas comestíveis da Amazônia*. Belém-PA: CEJUP, 1996. 279p.

CHIORATO, A.F. *Divergência genética em acessos de feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.) do Banco de Germoplasma do Instituto Agronômico – IAC*. Campinas, 2004. 85f. Dissertação (Mestrado em Melhoramento Vegetal) – Curso de pós-graduação do Instituto Agronômico-IAC, Instituto Agronômico de Campinas (IAC), São Paulo.

\_\_\_\_\_; CARBONELL, S.A.M.; DIAS, L.A.S.; MOURA, R.R.; CHIAVEGATO, M.B.; COLOMBO, C.A. Identification of common bean (*Phaseolus vulgaris*) duplicates using agromorphological and molecular data. *Genetics and Molecular Biology*, v.29, n.1, p.105-111, 2006.

CHAMPE, P. C.; HARVERY, R. A. *Bioquímica ilustrada*. 2.ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. 446p.

CLEMENT, C.R. Melhoramento de espécies nativas. In.: NASS, L.L.; VALOIS, A.C.C.; MELO, I.S.; VALADARES-INGLIS, M.C. (Eds). *Recursos genéticos & melhoramento – plantas*. Rondonópolis: Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Mato Grosso, 2001. p. 423-441.

\_\_\_\_\_; ROCHA, S.F.R.; COLE, D.M.; VIVAN, J.L. Conservação *on farm*. In: NASS, L. L. (Ed). *Recursos genéticos vegetais*. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2007. 858p.

COHEN, K.O. Composição química de açaí. In: NOGUEIRA, O.L.; FIGUEIRÊDO, F.J.C.; MÜLLER, A.A. (Ed). *Sistema de produção do açaí*. 2.ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. (versão eletrônica).

CONCEIÇÃO, C.C.C. *Estudo etnobotânico para desenvolvimento da agrobiodiversidade na comunidade de Boa Esperança- São João de Pirabas-Pará*. Belém-PA, 2007. 84f. Tese (Doutorado em Agroecossistemas da Amazônia) – Curso de pós-graduação em Ciências Agrárias, Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Pará.

\_\_\_\_\_, M.C.A. *Análise estrutural de uma floresta de várzea no Estado do Pará*. Curitiba, 1990. 107f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Curso de pós-graduação em Botânica, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Paraná.

CRUZ, C.D. *Aplicação de algumas técnicas multivariadas no melhoramento de plantas*. Piracicaba, 1990. 188f. Tese (Doutorado em genética e Melhoramento de Plantas) – Curso de pós-graduação em Agronomia, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo (ESALQ-USP), São Paulo.



\_\_\_\_\_; CARNEIRO, P.C.S. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. 2.ed. Viçosa: UFV, 2006. 585p.

\_\_\_\_\_; FERREIRA, F.M.; PESSONI, L.A. *Biometria Aplicada ao Estudo da Diversidade Genética*. Viçosa: UFV, 2008. 539p.

\_\_\_\_\_. *Programa Genes: Análise multivariada e simulação*. Viçosa-MG: UFV, 2006. v.1. 175p.

\_\_\_\_\_. *Programa Genes: Diversidade Genética*. Viçosa-MG: UFV, 2008. v.1. 278p.

CURY, R. *Dinâmica evolutiva e caracterização de germoplasma de mandioca (Manihot esculenta Crantz) na agricultura autóctone do Sul do Estado de São Paulo*. Piracicaba, 1993. 103f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Curso de pós graduação em Agronomia, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo (ESALQ-USP), São Paulo.

DIAS FILHO, M.B. Physiological response of *Solanum crinitum* Lam. to contrasting light environments. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.32, n.1, p.789-796, 1997.

DILLON, W.R.; GOLDSTEIN, M. *Multivariate analysis: methods and applications*. New York: J. Wiley, 1984.

DIOLA, V. *Base de dados para os materiais genéticos vegetais disponíveis nas estações experimentais da Epagri*. Florianópolis, 2005. 50f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Santa Catarina.

DUCKE, A. *Plantas de cultura pré-colombiana na Amazônia Brasileira. Notas sobre as espécies ou formas espontâneas que supostamente lhes teriam dado origem*. Belém: Instituto Agrônômico do Norte, 1946. 24p. (Boletim técnico, 8).

ELLIS, R.H.; HONG, T.D.; ROBERTS, E.H. An intermediate category of seed storage behaviour? I. Coffee. *Journal Experimental Botany*, Oxford, v. 41, n. 230, p. 1167-1174, 1990.

EMBRAPA. *Curso de coleta de germoplasma vegetal com ênfase em fruteiras tropicais*. Cruz das Almas-BA: EMBRAPA/UFRB, 10 - 14 de novembro, 2008. 2p. (Folder).

ENGELMANN, F. In vitro conservation of tropical plant germplasm - review. *Euphytica*, v.57, p.227-243, 1991.

\_\_\_\_\_. In vitro conservation methods. In: FORD-LLOYD, B.V.; NEWBERRY, H.J.; CALLOW J.A. (Ed). *Biotechnology and plant genetic resources: conservation and use*. Wallingford: UK CABI, 1997. p.119-162.

FAEGRI, K.; PIJL, L.V.D. *The principles of pollination ecology*. 3.ed. Oxford: Pergamon Press, 1979. 250p.

FARIAS NETO, J.T.; MÜLLER, C.H.; MÜLLER, A.A.; CARVALHO, J.E.U.; VIÉGAS, I.J.M. Cultivar e produção de muda. In: NOGUEIRA, O.L.; FIGUEIRÊDO, F.J.C.; MÜLLER, A.A. (Ed). *Sistema de produção do açaí*. 2.ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. (versão eletrônica).

FARINAS, C.S.; SANTOS, R.R.M.; BERTUCCI NETO, V.; PESSOA, J.D.C. *Aproveitamento do caroço do açaí como substrato para a produção de enzimas por fermentação em estado sólido*. São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2009. 15p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 30).

FÁVERO, L.P.; BELFIORE, P.; SILVA, F.L.; CHAN, B.L. *Análise de dados – modelagem multivariada para tomada de decisões*. Rio de Janeiro: Campus/Elsevier, Brasil. 2009. 646p.

FORD-LLOYD, B.; JACKSON, M. *Plant genetic resources: an introduction to their conservation and use*. Moulton: Castlefield Press, 1986. 146p.

GAIA JMD; MOTA MGC; CONCEIÇÃO CCC; MAIA JGS. Collecting and evaluation of germplasm of spiked pepper from Brazilian Amazon. *Horticultura Brasileira*, v.28, p.162-167, 2010.

GAMA J.R.V.; BOTELHO, S.A.; BENTES-GAMA, M.M.; SCOLFORO, J.R.S. Estrutura e potencial futuro de utilização da regeneração natural de floresta de várzea alta no município de Afuá, Estado do Pará. *Ciência Florestal*, v.13, n.2, p.71-83, 2003.

GOMES, D.I.; ALVES, K.S.; VÉRAS, R.M.L.; DETMANN, E; SILVA, V.C.A.; OLIVEIRA, L.R.S.; BARCELOS, S.S. *Utilização do caroço de açaí em diferentes níveis na dieta sobre o desempenho de ovinos em crescimento*. Águas de Lindóia-SP: FZEA/USP-ABZ, 2009. 4p.

\_\_\_\_\_, D.M. *Variabilidade fenotípica de caracteres vegetativos e reprodutivos em população de pupunheira (Bactris gasipaes Kunth)*, Campinas. 2007. 72f. Dissertação

(Mestrado em Genética, Melhoramento Vegetal e Biotecnologia) – Curso de Pós-Graduação em Agricultura Tropical e Subtropical – Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), São Paulo.

GUSMÃO, E.; VIEIRA, F.A.; FONSECA JÚNIOR, E.M.. Biometria de frutos e endocarpos de murici (*Byrsonima verbascifolia* Rich. ex. A. Juss). *Cerne*, v.12, n.1, p.84-91, 2006.

HAIR, J.F.; BLACK, W.C.; BABIN, B.J.; ANDERSON, R.E. *Multivariate data analysis*. 7.ed. New Jersey: Prentice Hall, 2009.

HARLAN, J.R. *Crops and man*. 2.ed. Madison: American Society of Agronomy and Crop Science Society of America, 1992. 284p.

HENDERSON, A.; GALEANO, G. *Euterpe, Prestoea, and Neonicholsonia (Palmae: Euterpeinae)*. New York: New York Botanical Garden, 1996. 90p. (Flora Neotropica, 72).

\_\_\_\_\_. The genus *Euterpe* in Brazil. In: REIS, M.S.; REIS, A. (Ed). *Euterpe edulis* Martius – (*Palmiteiro*) biologia, conservação e manejo. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 2000. p.1-22.

HOMMA, A.K.O.; NOGUEIRA, O.L.; MENEZES, A.J.E.A.; CARVALHO, I.E.R; NICOLI, C.M.L.; MATOS, G.B. *Açaí: novos desafios e tendências. Amazônia: Ciência e Desenvolvimento*, v.1, n. 2, p. 7-23, 2006.

HOOGERHIDE, E.S.S. *Divergência genética entre acessos de alho avaliada em ambientes distintos baseada em variáveis quantitativas e qualitativas*. Piracicaba, 2009. 118f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo (ESALQ-USP), São Paulo.

IBGE. *Produção da extração vegetal e da silvicultura 2009*. Sala de imprensa, 2010. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_visualiza.php?id\\_noticia=1760&i\\_pagina=1](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1760&i_pagina=1)> Acesso em: 02 de mar. 2011.

JARDIM, M.A.G; ANDERSON, A.B. Manejo de populações nativas de açaizeiro no estuário amazônico. Resultados preliminares. *Boletim de Pesquisa Florestal*, Colombo, n.15, p.1-18. 1987.

\_\_\_\_\_. *Aspectos da biologia reprodutiva de uma população natural de açaizeiro (Euterpe oleraceae Mart.) no estuário amazônico*. Piracicaba, 1991. 90f. Dissertação (Mestrado),

Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo (ESALQ-USP), São Paulo.

\_\_\_\_\_. *Cartilha informativa sobre a palmeira açai (Euterpe oleracea Mart.)*. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1995. 11p.

JOLLIFFE, I.T. Discarding variables in a principal component analysis. I: artificial data. *Journal of the Royal Statistical Society Series C – Applied Statistics*, London, v.21, n.2, p.160-173, 1972.

\_\_\_\_\_. Discarding variables in a principal component analysis. II: real data. *Journal of the Royal Statistical Society Series C - Applied Statistics*, London, v.22, n.1, p.21-31, 1973.

\_\_\_\_\_. *Principal component analysis*. 2.ed. New York: Springer-Verlag, 2007. 487p. (Series in statistics).

KARIA, C.T. *Caracterização genética e morfoagronômica de germoplasma de Stylosanthes guianensis (Aubl.) Sw.* Goiânia, 2008. 138f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Curso de pós-graduação em Agronomia, Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiás.

KUSKOSKI, E.M.; ASUERO, A.G.; MORALES, M.T.; FETT, R. Frutos tropicais silvestres e polpa de frutos congelados: atividades antioxidantes de polifenóis e antocianinas. *Ciência Rural*. v.36, n.4, p. 01-11, 2002.

LIMA, J.M.S. *Produção de palmito de açai*. 2008. Disponível em: <<http://www.agrosoft.org.br/agropag/28359.htm>> Acesso em: 18 fev. 2011.

\_\_\_\_\_, R.R.; COSTA, P.C. *Coleta de plantas de cultura pré-colombiana na Amazônia: metodologia e expedições realizadas para coleta de germoplasma*. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1997. 148p. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 99).

LLERAS, E.; GIACOMETTI, D.C.; CORADIN, L. Áreas críticas de distribución de palmas de las Americas para coleta, evaluación y conservación. In: *Informe de la reunion de consulta sobre palmeras poco utilizadas de America tropical*. San Jose: CATIE/FAO, 1983. p.67-81.

LORENZI, H.; FERREIRA, E.; KAHN, F.; NOBLICK, L. *Flora brasileira – arecaceae (palmeiras)*. Nova Odessa-SP: Instituto Plantarum, 2010. 384p.

MANFIO, C.E. *Análise genética no melhoramento da macaúba*. Viçosa, 2010. 52f. Tese (doutorado) – Curso de pós graduação em genética e melhoramento, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Minas Gerais.

MANLY, B.F.J. 3.ed. *Métodos estatísticos multivariados: uma introdução*. Porto Alegre: Bookman, 2008. 229p.

MARDIA, K.L.; KENT, J.T.; BIBBY, J.M. *Multivariate analysis*. London: Academic Press, 1979. 521p.

MARTEL, J.H.I.; FERRAUDO, A.S.; MÔRO, J.R.; PERECIN, D. *Estatística multivariada na discriminação de raças amazônicas de pupunheiras (*Bactris gasipaes* Kunth) em Manaus (Brasil)*. Disponível em: <[http://www.inpa.gov.br/pupunha/revista/biogen/biogen-martel-et-al\\_2003a.html](http://www.inpa.gov.br/pupunha/revista/biogen/biogen-martel-et-al_2003a.html)> Acesso em: 05 abril 2011.

MARTINS, M.A.; MATTOSO, L.H.C.; PESSOA, J.D.C. Comportamento térmico e caracterização morfológica das fibras de mesocarpo e caroço do açaí (*Euterpe oleracea* Mart.). *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.31, n.4, p.1150-1157, 2009.

MATA, T.L. *Diversidade genética em arroz filipino identificada por marcadores morfológicos e caracteres agromorfológico*. Piracicaba, 2010. 99f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Curso de pós-graduação em Ciências, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo (ESALQ-USP), São Paulo.

MENEZES, E.M.S.; TORRES, T.T, SABAASUR, A.U. Valor nutricional da polpa de açaí (*Euterpe oleracea* Mart) liofilizada, *Acta Amazônia*. v.38, n.2, p.1-8, 2008.

\_\_\_\_\_. NETO, M.A.; ALVES, J.D.; OLIVEIRA, L.E.M. Anaerobic metabolism of *Euterpe oleracea*. II. Plant tolerance to anoxia. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, v.7, n.1, p.47-51, 1995.

MINGOTI, S.A. *Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada*. Belo Horizonte: UFMG, 2007. p.295.

MOITA NETO, J.M. *Estatística multivariada: uma visão didática-metodológica*. 2004. Disponível em <[http://criticanarede.com/cien\\_estatistica.html](http://criticanarede.com/cien_estatistica.html)> Acesso em: 1º abril 2011.

NASCIMENTO FILHO, F.J.; ATROCH, A.L.; SOUSA, N.R.; GARCIA, T.B.; CRAVO, M.S.; COUTINHO, E.F. Divergência genética entre clones de guaranazeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.36, n.3, p.501-506, mar. 2001.

\_\_\_\_\_, W.F. *Caracterização morfoagronômica de arroz (Oriza sativa L.) de terras altas*. Recife, 2008a. 83f. Dissertação (Mestrado em Melhoramento Genético de Plantas) – Curso de pós – graduação em Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Pernambuco.

\_\_\_\_\_, W.M.O. Açaí – *Euterpe oleracea* Mart. *Informativo Técnico Rede da Sementes da Amazônia*, Belém, n.18, p.1-2, 2008b.

NAKAZONO, E.M.; COSTA, M.; FUTATSUGI, K.; PAULILO, M.T.S. Early growth of *Euterpe edulis* Mart., in different light environments. *Revista Brasileira de Botânica*, v.24, p.173-179, 2001.

NASS, L.L. Utilização de recursos genéticos vegetais no melhoramento. In: NASS, L.L.; VALOIS, A.C.C.; MELO, I.S.; VALADARES-INGLIS, M.C. (Ed). *Recursos genéticos e melhoramento: plantas*. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. p.29-55.

NOGUEIRA, O.L.; CALZAVARA, B.B.G.; MÜLLER, G.H. *A cultura do açaí*. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1995. 50p. (Coleção Plantar, 26).

\_\_\_\_\_; CONCEIÇÃO, H.E.O. Análise de crescimento de açaizeiro em áreas de várzeas do estuário amazônico. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.85, n.11, p.2167-2173, 2000.

\_\_\_\_\_; FIGUEIREDO, C.J.F.; MULLER, A.A. *Açaí*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 108p. (Série sistemas de produção, 4).

\_\_\_\_\_. *Regeneração, manejo e exploração de açaizais nativos de várzea do estuário amazônico*. Belém, 1997. 149 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal do Pará, Museu Paraense Emílio Goeldi, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (UFPA-MPEG-EMBRAPA/CPATU), Pará.

OHASHI, S.T.; KAGEYAMA, P.Y. Variabilidade genética entre populações de açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) do estuário amazônico. In: MOURÃO, L.; JARDIM, M.A.; GROSSMANN, M. (Ed). *Açaí: possibilidades e limites em processos de desenvolvimento sustentável no estuário amazônico*. Belém: CEJUP, 2004. p.11-26.

OLIVEIRA, M.S.P. *Aspectos da biologia floral do açaizeiro nas condições de Belém-PA*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 19p. (Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de pesquisa, 8).

\_\_\_\_\_. *Caracterização molecular e morfoagronômica de germoplasma de açaizeiro*. Lavras, 2005. 171f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Curso de pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Minas Gerais.

\_\_\_\_\_; FARIAS NETO, J.T. *Cultivar BRS Pará: açaizeiro para produção de frutos em terra firme*. Belém-PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 4p. (Comunicado técnico, 114).

\_\_\_\_\_; FERNANDES, G.L.C. Repetibilidade de caracteres do cacho de açaizeiro nas condições de Belém-PA. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.23, n.3, p.613-616, 2001.

\_\_\_\_\_; FERREIRA, D.F.; SANTOS, J.B. Divergência genética entre acessos de açaizeiro fundamentada em descritores morfoagronômicos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.42, n.4, p.501-506, 2007.

\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. Seleção de descritores para caracterização de germoplasma de açaizeiro para produção de frutos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.41, n.7, p.1133-1140, 2006.

\_\_\_\_\_; MOCHIUTTI, S.; FARIAS NETO, J.T. Domesticação e melhoramento de açaizeiro. In: BORÉM, A.; LOPES, M.T.G.; CLEMENT, C.R. *Domesticação e melhoramento: espécies amazônicas*. Viçosa-MG: UFV, 2009. p. 207-235.

PEREIRA, P.C.V. *A utilização do caroço do açaí na criação de novos produtos*. Belém: UFPA, 2010. Disponível em: <[http://www.ssaguiar.com/Artigos-%7C%7C-Articles/Ci%C3%A4ncias/a\\_utilizacao\\_do\\_caroco\\_do\\_acai\\_na\\_criacao\\_de\\_novos\\_produtos.html](http://www.ssaguiar.com/Artigos-%7C%7C-Articles/Ci%C3%A4ncias/a_utilizacao_do_caroco_do_acai_na_criacao_de_novos_produtos.html)> Acesso em: 16 fev. 2011.

\_\_\_\_\_, V.A. *Utilização de análise multivariada na caracterização de germoplasma de mandioca (Manihot esculenta Crantz.)*, Piracicaba. 1989. 180f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo (ESALQ-USP), São Paulo.

\_\_\_\_\_; VENCOSKY, R.; CRUZ, C.D. Selection of botanical and agronomical descriptors for the characterization of cassava (*Manihot esculenta* Crantz.). *Revista Brasileira de Genética*, v.15, p.115-124, 1992.

PINTO, J.F.N.; REIS, E.F.; FALEIRO, F.G.; BARBOSA, E.C.C.; NUNES, H.F.; PINTO, J.F.N. Seleção de descritores vegetativos para caracterização de acessos de guariroba (*Syagrus oleracea* Mart. Becc. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.32, n.3, p1-8, 2010.

\_\_\_\_\_, L.F. *O açaí do Pará e o mundo*. 2011. Disponível em: <[http://ambientes.amBientebrasil.com.br/amazonia/artigos/o\\_acai\\_do\\_para\\_e\\_o\\_mundo.html](http://ambientes.amBientebrasil.com.br/amazonia/artigos/o_acai_do_para_e_o_mundo.html)> Acesso em: 2 fev. 2011.

QUEIROZ, J.A.L.; MOCHIUTTI, S. *Guia prático de manejo de açaizais para produção de frutos*. Macapá-AP: Embrapa Amapá, 2001. 24p. (Embrapa Amapá. Doc, 26).

QUEROL, D. *Recursos genéticos, nosso tesouro esquecido: abordagem técnica e socioeconômica*. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993. 216p.

RAMALHO, M.A.P.; FERREIRA, D.F.; OLIVEIRA, A.C. *Experimentação em genética e melhoramento de plantas*. Lavras-MG: UFLA, 2005. 322p.

RAMOS, N.P.; FERREIRA, D.N.; SILVA, V.P.; SILVEIRA, E.O.; BRITO, G.A.P.; CABRAL, T.M.A.; NASCIMENTO, G.J. Qualidade higiênico-sanitária de 10 amostras de polpa de açaí congelada fabricada por uma indústria do município de João Pessoa-PB. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO À DOCÊNCIA, 11., 2009, João Pessoa. *Anais...* João Pessoa: UFPB-PRG, 2009. Disponível em: <[http://www.prac.ufpb.br/anais/xenex\\_xienid/xi\\_Enid/monitoriapet/ANAIS/Area7/7CTDTQAMT05-P.pdf](http://www.prac.ufpb.br/anais/xenex_xienid/xi_Enid/monitoriapet/ANAIS/Area7/7CTDTQAMT05-P.pdf)> Acesso em: 2 maio 2011.

\_\_\_\_\_, S.R.R.; FREIRE FILHO, F.R.; MEIRELLES, A.C.; BARROS, G.B.; AZEVEDO, J.N.; SANTOS, E.P.A.; ROCHA, M.M.; SANTOS, J.O.; GALVÃO, J.C.; OLIVEIRA, C.R. R.; SOBRAL, P.V.C.; RIBEIRO, V.Q.; WETZEL, M.M.V.S. Banco de germoplasma de *Vigna* sp.da Embrapa Meio-Norte: Status e prioridades para manejo. *Magistra*, v.18, n. especial, 2006.

REGAZZI, A.J. *Análise Multivariada*, Notas de Aula EST746. Departamento de Estatística da Universidade Federal de Viçosa. v.2. 2006.

REIF, J.C. MELCHINGER, A.E.; FRISCH, M. Genetical and mathematical properties of similarity and dissimilarity coefficients applied in plant breeding and seed bank management. *Crop Science*, v.45, p.1-7, 2005.

REIS, B.O.; SILVA, I.T.; SILVA, I.M.O.; ROCHA, B.R.P. Produção de briquetes energéticos a partir de caroços de açaí. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 4., 2002, Belém. *Anais....* Belém: UFPA, 2002.



ROBERTS, E.H.; ELLIS, R.H. Water and seed survival. *Annals of Botany*, v.63, p.39–52, 1989.

\_\_\_\_\_. Predicting the storage life of seeds. *Seed Science & Technology*, v.1, p.499-514, 1973.

ROGEZ, H. *Açaí: preparo, composição e melhoramento da conservação*. Belém: EDUFPA, 2000. 313p.

RUIZ, R.R.; ALENCAR, J.C. Comportamento fenológico da palmeira patauí (*Oenocarpus bataua*) na reserva florestal Adolpho Ducke. *Acta Amazonica*, v.34, n.4, p.553 – 558, 2004.

SAMPAIO, L. *Açaí e borracha são incluídos no Manual de Crédito do governo federal*. Disponível em: < <http://www.sagri.pa.gov.br/?q=node/625> > Acesso em: 17 nov. 2011.

\_\_\_\_\_, L.S. *Radiação e crescimento de plantas jovens de açaizeiro em sistemas agroflorestais*. Piracicaba, 2003. 59f. Tese (Doutorado) – Escola Superior Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo (ESALQ-USP), São Paulo.

SANTANA, A.C.; CARVALHO, D.F.; MENDES, F.A.T. *Análise Sistêmica da fruticultura paraense: Organização, mercado e competitividade empresarial*. Belém: Banco da Amazônia, 2008. 255p.

SANTOS, E.A. *Caracterização de dendezeiros (*Elaeis guineensis* Jacq.) subespontâneos com base na produção de frutos e cachos*. Ilhéus-BA, 2010. 61f. Dissertação (Melhoramento em Plantas e Biotecnologia) – Curso de pós-graduação em Produção Vegetal. Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). Bahia.

\_\_\_\_\_, I.R.I. Criopreservação: potencial e perspectivas para a conservação de germoplasma vegetal. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, v.12, p.70-84, 2000 (edição especial).

SARTORIO, S.D. *Aplicações de técnicas de análise multivariada em experimentos agropecuários usando o software R*. Piracicaba, 2008. 130f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Curso de pós-graduação em Agronomia, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ-USP), São Paulo. SCALON, S.P.Q.; ALVARENGA, A.A. Efeito do sombreamento sobre a formação de mudas de pau-pereira (*Platycyamus regnelli* Benth.). *Revista Árvore*, v.17, n.3, p.265-270, 1993.

SCARIOT, A. Weedy and secondary palm species in Central Amazonian forest fragments. *Acta Botanica Brasilica*, v.15, p.271-280, 2001.

SHAMI, N.J.; MOREIRA, E.A. Licopeno como agente antioxidante. *Revista de Nutrição*, v.17, n.2, 2004.

SILVA I.T.; ALMEIDA, A.C.; MONTEIRO; J.H.A.; SILVA, I.M.O.; ROCHA, B.R.P. Uso do caroço de açaí como possibilidade de desenvolvimento sustentável do meio rural, da agricultura familiar e de eletrificação rural no estado do Pará. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 5., 2004. Campinas. *Anais ...* Campinas: [S.l], 2004. p 1-7. Disponível em: <[http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=MSC0000002200400200063](http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000002200400200063)> Acesso em: 7 out 2011.

\_\_\_\_\_, M.G.C.P.C.; BARRETTO, W.S.; SERÔDIO, M.H. *Comparação nutricional da polpa dos frutos de juçara e de açaí*. Ilhéus- Itabuna-BA: CEPEC/CEPLAC, 2006. 3p.

\_\_\_\_\_, P.J.D.; ALMEIDA, S.S. Estrutura ecológica de açazais em ecossistemas inundáveis da Amazônia. In: JARDIM, M. A. G.; MOURÃO, L.; GROSSMANN, M. (Ed). *Açaí (Euterpe oleracea Mart.): possibilidades e limites para o desenvolvimento sustentável no estuário amazônico*. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2004. p.37-51.

\_\_\_\_\_, S.O.; PIRES, E.T.; PESTANA, R.K.N.; ALVES, J.S.; SILVEIRA, D.C. Avaliação de clones de banana Cavendish. *Ciência Agrotécnica*, v.30, n.5, p.832-837, 2006.

\_\_\_\_\_, W.C.J.S. *Seleção de descritores mínimos e estabelecimento de coleções nucleares em Capsicum spp.* Goiânia, 2008. 138f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Pós-graduação em Agronomia Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiás.

SNEDECOR, G.W. *Métodos estatísticos*. Lisboa: Ministério da Economia, 1945. 469p. SOBRAL, P.V.C. *Caracterização morfoagronômica e divergência genética entre acessos africanos de feijão-caupi*. Teresina-PI, 2009. 131f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Curso de pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Piauí.

SODRÉ, J.B. *Morfologia das palmeiras como meio de identificação e uso paisagístico*. Lavras-MG, 2005. 62f. Monografia (Especialização em plantas ornamentais e paisagismo) – Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais.

SOUSA, N.R. *Variabilidade genética e estimativas de parâmetros genéticos em germoplasma de guaranazeiro*, Lavras. 2003. 99f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras (UFLA), Minas Gerais.

SOUZA, P.C.A. *Aspectos ecológicos e genéticos de uma população natural de Euterpe oleracea* Mart. no Estuário Amazônico. Piracicaba, 2002. 60f. Dissertação (Mestrado) – Curso pós-graduação em Recursos Florestais, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo (ESALQ-USP), São Paulo.

STÄHELIN, D.; VALENTINI, G.; ANDRADE, L.R.B.; VERISSIMO, M.A.A.; BERTOLDO, J.G.; GUIDOLIN, A.F.; COIMBRA, J.L.M. *Screening* multivariado entre acessos e cultivares de feijão do grupo preto para utilização em blocos de cruzamento. *Biotemas*, v.24, n.1, p.95-103, mar. 2011.

STRAPASSON, E.; VENCOVSKY, R.; BATISTA, L.A.R. Seleção de descritores na caracterização de germoplasma de *Paspalum sp.* por meio de componentes principais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, n.2, p.373-381, 2000.

SUDAM. *Atlas climatológico da amazônia brasileira: tentativa de classificação climática, segundo o método de Köppen*, Belém: SUDAM, 1984. 125p. (publicação 39).

TOMBOLATO, A.F.C. Domesticação e pré-melhoramento de plantas I. Ornamentais. *O Agrônomo*, v.56, n.1, p.12-14, 2004.

TOWNSEND, C.R.; COSTA, N.L.; PEREIRA, R.G.A.; SENGER, C.D. *Características químico-bromatológicas do caroço de açaí*. Porto Velho-RO: EMBRAPA-CPAF, 2001.5p.

TSUKAMOTO FILHO A.A.; MACEDO, R.L.G.; VENTURIN, N.; MORAIS, A.R. Aspectos fisiológicos e silviculturais do palmitero (*Euterpe edulis* Martius) plantado em diferentes tipos de consórcios no município de lavras, Minas Gerais. *Cerne*, v.7, n.1, p.041-053, 2001.

TURINI, E. *Conjuntura mensal no preço do açaí (fruto)*. Brasília-DF: CONAB, 2011. 3p.  
VALLS, J.F.M. Caracterização de recursos genéticos vegetais. In: NASS, L.L. (Ed). *Recursos genéticos vegetais*. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2007. p. 281-342.

VALOIS, A.C.C. *Conservación in situ: Escenario nacional y manejo*. Disponível em: <<http://www.procitropicos.org.br/portal/conteudo/item.php?itemid=1234>>. Acesso em: 17 nov. 2011.

\_\_\_\_\_; NASS, L.L.; GOES, M. Conservação *ex situ* de recursos genéticos vegetais. In: NASS, L.L.; VALOIS, A.C.C.; MELO, I.S.; VALADARES-INGLIS, M.C. (Ed). *Recursos genéticos e melhoramento: plantas*. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. p.123-148.

\_\_\_\_\_; SALOMÃO, N.; ALLEN, A.A.C. *Glossário de recursos genéticos vegetais*. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1996. 62p.

VASCONCELOS, E.S.; CRUZ, C.D.; BHERING, L.L. FERREIRA, A. Estratégias de amostragem e estabelecimento de coleções nucleares. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.42, n.4, p.507-514, 2007.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. *Genética biométrica no fitomelhoramento*. Ribeirão Preto-SP: SBG, 1992. 496p.

VIEIRA, R.F; AGOSTINI-COSTA, T.S. Caracterização química de metabólitos secundários em germoplasma vegetal. In: NASS, L.L. (Ed). *Recursos genéticos vegetais*. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2007. p.343-376.

VILLACHICA, H. *Frutales y hortalizas promisorios de la Amazônia*. Lima: Tratado de Cooperación Amazônica, 1996. 385p.

WALTER, B.M.T.; CAVALCANTI, T.B.; BIANCHETTI, L.B.; VALLS, J.F.M. Coleta de germoplasma vegetal: relevância e conceitos básicos. In: WALTER, B.M.T.; CAVALCANTI, T.B. (Ed). *Fundamentos para a coleta de germoplasma vegetal*. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2005. 778p.

XAVIER, D.J.C.; SOUZA, R.C.R.; SEYE, O.; BACELLAR, A.A.; SANTOS, E.C.S.; RODRIGUES, K.T.F.; MÔNICA; MORAIS, M.R.; GUIMARÃES, E.L. O beneficiamento do açaí no projeto modelo de negócio de energia elétrica em comunidades isoladas na Amazônia. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 6., 2006. Manaus. *Anais...* Manaus: NERAM, 2006.

YUYAMA, L.K.O.; AGUIAR, J.P.L.; MELO, T.; BARROS, S.E.; FILHO, D.F.S.; YUYAMA, K.; FAVARO, D.I.T.; VASCONCELLOS, M.; PIMENTEL, S.A.; BADOLATO, E.S.G. Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.): Qual o seu potencial nutricional? In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 42. 2004. *Anais ....* Florianópolis-SC: Sociedade Brasileira de Fruticultura.

ZANINETTI R.A. *Caracterização do óleo de frutos de tucumã (Astrocaryum aculeatum) para produção de biodiesel*. Jaboticabal, 2009. 47f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Curso de pós-graduação em Ciência do Solo, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (UNESP-FCAV), São Paulo.