



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

ADRIANO DA SILVA GAMA

VARIABILIDADE ESPACIAL DE PRODUTIVIDADE DE *Euterpe oleracea* IRRIGADO

Biblioteca



22680019

Belém - Pará

2012

G. 184
ex. 01



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

ADRIANO DA SILVA GAMA

VARIABILIDADE ESPACIAL DE PRODUTIVIDADE DE *Euterpe oleracea* IRRIGADO

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de “Mestre em Agronomia”.

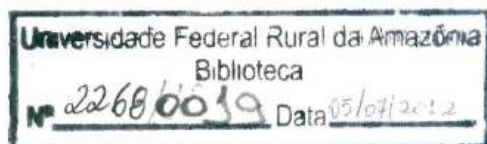
Orientador: Prof. Dr. Paulo Roberto Silva Farias

Belém - Pará

2012

Deposito
B-11.6
G 164
v. 1

20.4.2012



Gama, Adriano da Silva

Variabilidade espacial de produtividade de *Euterpe oleracea* irrigado./Adriano da Silva Gama. – Belém, 2012.

62 f.; il.

Dissertação (Mestrado em Agronomia). – Universidade Federal Rural da Amazônia, 2012.

1. Açaí. 2. *Euterpe oleracea*. 3. Açaí - entressafra.
4. Fruto Tropical. 5. Geoestatística. I. Título.

CDD: 634.6

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA - UFRA

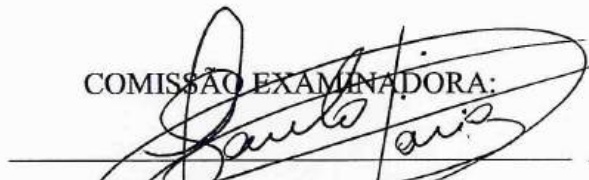
MESTRADO EM AGRONOMIA

ADRIANO DA SILVA GAMA

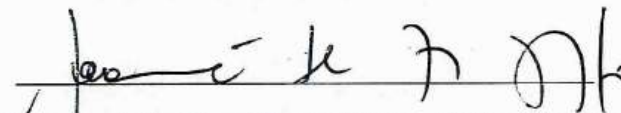
VARIABILIDADE ESPACIAL DE PRODUTIVIDADE DE *Eutерpe oleracea* IRRIGADO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós - Graduação em Agronomia da
Universidade Federal Rural da Amazônia, como requisito para obtenção do título de
Mestre.

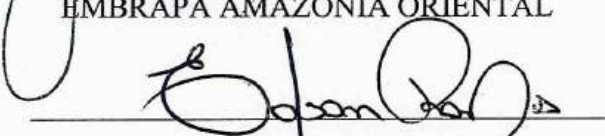
COMISSÃO EXAMINADORA:



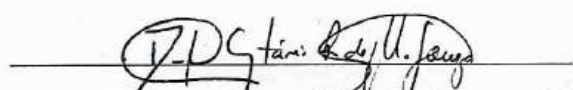
Prof. Dr. Paulo Roberto Silva Farias - Orientador
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA



Pesq. Dr. João Tomé Farias Neto - 1º Examinador
EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL



Prof. Dr. Edson Marcos Leal Soares Ramos - 2º Examinador
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ



Prof. Dr. Rodrigo Otavio Rodrigues de Melo Souza - 3º Examinador
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

Março - 2012

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela força e tranquilidade concedidas para a conclusão deste trabalho;

À minha família, por sempre acreditar em minhas escolhas;

Ao meu orientador, Prof. Dr. Paulo Roberto Silva Farias, pela confiança depositada, orientação e ensinamentos;

À Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA e a todo o seu corpo docente, pela oportunidade de realizar este curso, aperfeiçoando meus conhecimentos e minha vivência;

À coordenação do Programa de Pós-Graduação, pela confiança e oportunidade oferecida;

Ao DAAD (*Deutscher Akademischer Austauschdienst*), pelo apoio financeiro nesses dois anos de estudo e pesquisa;

Aos colegas dos laboratórios de entomologia (UFRA) e sistema de informação e georreferenciamento (UFPA - LASIG), pelas trocas, convivência e amizade;

À minha companheira, por acreditar nos meus sonhos, apoiando-os e incentivando-os;

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

*“ E tua fruta vai rolando
Para os nossos alguidares
Tu te entregas ao sacrifício
Fruta santa, fruta mártir
Tens o dom de seres muito
Onde muitos não têm nada
Uns te chamam açaizeiro
Outros te chamam juçara...”*

Nilson Chaves (trecho da música Sabor Açaí)

“A educação exige os maiores cuidados, porque influi sobre toda a vida.”

Sêneca

RESUMO: A expansão do mercado de frutos vem estimulando muitos agricultores no plantio comercial do açaizeiro. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a variabilidade espacial e a produtividade de açaizeiro irrigado usando como metodologia a geoestatística. Selecionou-se para a amostra, uma quadra com uma área de 13,4 hectares, que equivale a 625 plantas/hectare. A variabilidade espacial da variável peso de frutos/planta e número de cachos maduros/planta teve melhor ajuste ao modelo esférico, apresentando dependência espacial moderada, para as variáveis analisadas, principalmente nos meses de maior produção. As maiores produções de açaizeiro irrigado concentraram-se nos meses de julho a dezembro com um peso médio de frutos de 2,50 kg, e apresentaram uma redução na produção de frutos entre janeiro e maio, onde se registrou o peso médio de 1,80 kg. O elevado número de cachos emitidos/planta pode ter distribuído as possíveis variações de peso de frutos na área. O modelo matemático que melhor se ajustou aos dados para peso de frutos e número de cachos maduros foi o modelo esférico. Os mapas temáticos gerados pela estimativa da técnica da krigagem evidenciaram a variabilidade espacial de produção de frutos.

Palavras-chave: Açaí, Entressafra, Sazonalidade, Geoestatística.

ABSTRACT: The expansion of the fruit has stimulated many farmers to plant commercial açai. The objective of this study was to evaluate the spatial variability and productivity of irrigated açai as a methodology using geostatistics. Selected for the sample, a block with an area of 13.4 hectares, equivalent to 625 plants/hectare. The spatial variability of the variable weight of fruits/plant and number of mature bunches/plant had the best fit spherical model, with moderate spatial dependence for the variables analyzed, particularly in the months of highest production. The largest productions of irrigated açai palm concentrated in the months July to December with an average fruit weight of 2.50 kg and showed a reduction in fruit production between January and May, which registered an average weight of 1.80kg. The high number of emitted bunches/plant present might have distributed the possible variations in weight of fruits in the area. The mathematical model that best fitted the data for fruit weight and number of mature bunches was the spherical model. Thematic maps generated by the estimation technique of kriging evidenced a spatial variability of fruit production.

Keywords: Açai, Offseason, Seasonality, Geostatistic

Sumário

1	CONTEXTUALIZAÇÃO	10
1.1	REVISÃO DE LITERATURA	11
1.1.1	Gênero <i>Euterpe</i>	12
1.1.2	Importância econômica	13
1.1.3	Patentes	15
1.1.4	Usos da espécie	17
1.1.5	Manejo de açaizeiros	19
1.1.6	Irrigação	20
1.1.7	Análise de correspondência	23
1.1.8	Análise geoestatística	24
1.1.9	Semivariograma	25
1.1.10	Krigagem	26
1.1.11	Mapeamento da produtividade	27
2	VARIABILIDADE ESPACIAL DE PRODUTIVIDADE DE <i>Euterpe oleracea</i> IRRIGADO	28
2.1	INTRODUÇÃO	28
2.2	MATERIAIS E MÉTODOS	29
2.2.1	Localização da área de estudo	29
2.2.2	Análise de correspondência (AC)	32
2.2.3	Análise da dependência espacial	34
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
4	CONCLUSÕES	49
5	REFERÊNCIAS	50

1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A família Arecaceae, a qual pertence o açaizeiro, se destaca por seu valor econômico, medicinal, ecológico e de suas potencialidades de exploração biotecnológica. O suco do fruto é fonte de vitamina E, fibras, cálcio, magnésio e potássio e de lipídios (PEREIRA et al., 2002). Com a expansão do mercado de açaí além do manejo de áreas de várzeas, está expandindo-se o plantio em áreas de terra firme, o que demonstra o grande interesse em expandir as áreas de cultivo (HOMMA, 2006; INPA, 2011).

A mesorregião do Nordeste Paraense tem despertado a atenção dos produtores no plantio de açaizeiros, muitos deles, procurando inovar técnicas de cultivo, visando desenvolver sistemas de cultivo apropriados para aumentar a produtividade, tanto na safra como na entressafra. Porém, diversos fatores podem influenciar a produção do fruto como nutrição da planta, polinização deficiente ou ausente, estiagem prolongada, fertilidade do solo e que contribuem para a redução da produção.

A importância da propriedade intelectual sobre produtos gerados a partir do fruto e seus subprodutos vem fazendo com que o Brasil e outros países busquem a proteção de suas descobertas científicas. Atualmente existem registradas 158 patentes ativas para o termo açaí, sendo que as principais áreas de interesse estão ligadas a farmacêutica e cosmética (INPI, 2011).

A produção do fruto do açaizeiro na entressafra mediante técnicas de manejo e irrigação, constituem procedimentos que os produtores estão adotando, criando ilhas de eficiência mediante processo de acerto/erro. O aumento do consumo também vem causando a elevação dos preços, principalmente no período da entressafra. A partir dos princípios geométricos da Análise de Correspondência, é possível representar dentro do espaço Euclidiano as distâncias entre os pontos e/ou coluna resultante da associação entre as variáveis da tabela de contingência. Esta técnica estatística multivariada permite estudar as relações e semelhanças existentes e se estão relacionadas e não somente se a relação existe.

A geoestatística foi desenvolvida como um método para caracterização e interpolação de padrões espaciais, onde a distancia entre as observações refletem através de variâncias o fenômeno e/ou comportamento de determinado fator a ser analisado. Os mapas de produtividade podem ser utilizados como o ponto inicial, a fim de avaliar as causas da variabilidade de produtividade, bem como verificar as causas passíveis de modificações e as respostas econômicas e de impacto ambiental que o sistema de manejo, em locais específicos pode trazer. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a variabilidade espacial de produtividade de açaizeiro irrigado usando como metodologia a geoestatística. A hipótese apresentada neste trabalho é que o açaizeiro irrigado tem sua produtividade influenciada pela variabilidade espacial e temporal.

1.1 REVISÃO DE LITERATURA

A floresta Amazônica é caracterizada pela sua alta diversidade biológica, tanto animal como vegetal. Dentro dessa diversidade destaca-se um grupo muito particular de plantas da família Arecaceae denominadas popularmente de “palmeiras”, as quais além do potencial alimentar são também fornecedoras de óleos, gorduras, essências, ceras, bálsamos, resinas e uso paisagístico. A grande maioria das espécies de palmeiras do gênero *Euterpe* ocupa regiões consideradas quentes e úmidas, sendo raras as de regiões secas e frias. Portanto, são plantas de climas tropicais, geralmente ocupando áreas interioranas e costeiras, inclusive grandes altitudes em alguns países (SODRÉ, 2005).

O fenômeno da domesticação, que consiste em adaptar plantas que se encontram na natureza e que apresentam alguma utilidade para o homem em plantios comerciais tem se intensificado na Amazônia (Cacau – *Theobroma cacao*, Cupuaçu – *Theobroma grandiflorum*, Buriti - *Mauritia flexuosa*, Bacuri – *Platonia insignis*, Seringueira - *Hevea brasiliensis*, Castanha do Brasil - *Bertholletia excelsa*, Uxi – *Endopleura uchi*, Pupunha – *Bactris gasipaes*, Tucumã – *Astrocaryum aculeatum*, Bacaba - *Oenocarpus bacaba*, Priprioca - *Cyperus spp.*, etc). Várias plantas amazônicas já são cultivadas, favorecidas pela adaptação realizada com melhoramentos genéticos, adaptação climática, ganho de produtividade e resistência a pragas. Muitos produtos extrativos da região amazônica têm apresentado intensa demanda entre eles a procura pelo açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), que começou a ganhar espaço no cenário nacional como um produto alimentício diferenciado (OLIVEIRA; FARIAS NETO, 2008).

Os principais Estados produtores de frutos do açaí no Brasil são: Pará, Maranhão, Acre, Amazonas, Amapá, Rondônia, Bahia e Tocantins, respectivamente (IBGE, 2011). Destaca-se ainda a entrada de novos Estados interessados em explorar comercialmente o fruto, como Santa Catarina, São Paulo e Rio Grande do Sul que iniciaram projetos de adaptação do açaí para exploração (BOVI et al., 1987).

De acordo com Pereira et al. (2002), o suco de açaí é fonte de vitamina E, fibras, cálcio, magnésio e potássio, destaca-se também quanto ao teor de lipídios, sendo capaz de fornecer 65% das necessidades de um homem adulto fazendo com que seja considerado um dos frutos mais nutritivos cultivados na Amazônia. Pouco se conhece qual o potencial produtivo da planta já que quase não existem plantios comerciais. No estado do Pará, 80% do açaí produzido são de manejo extrativista de várzeas (EMBRAPA, 2006). Entre os diversos fatores que causam dificuldade na produção de frutos, pode ser citada como fatores importantes a nutrição da planta, polinização deficiente ou ausente, estiagem prolongada, que podem contribuir para o baixo peso médio do cacho (INPA, 2011).

Os dados sobre produtividade de frutos do açaizeiro ainda são inconsistentes, pois não estão devidamente consolidadas as práticas culturais e de manejo mais eficientes para a cultura. O plantio irrigado em áreas de terra firme e o zoneamento climático da cultura podem ampliar a obtenção de frutos para as diferentes épocas do ano (HOMMA, 2006). O conhecimento do padrão de distribuição espacial de produção de frutos pode fornecer informações sobre a ecologia, estratégias de manejo e/ou conservação, processos de amostragem e demonstrar o comportamento de vários fenômenos naturais que ocorram em campo, permitindo realizar inferências sobre valores associados à localização geográfica de cada ponto amostral.

1.1.1 Gênero *Euterpe*

Segundo Jones (1995), o açaizeiro pertence à família Arecaceae, que engloba, aproximadamente, 200 gêneros e cerca de 2600 espécies, e sua distribuição é predominantemente tropical e subtropical. Na região amazônica esta família está representada por 39 gêneros. São consideradas domesticadas dentro dessa família apenas as seguintes espécies: o coqueiro (*Cocos nucifera*), dendezeiro (*Elaeis*

guineensis), pupunheira (*Bactris gasipaes*), tamareira (*Phoenix dactylefera*), e a arequeira (*Areca catechu*). É uma palmeira cespitosa, formando touceiras com até 25 perfilhos (multicaule) em diferentes estádios de desenvolvimento (Figura 1a), mas esse elevado número de perfilhos pode reduzir a capacidade produtiva, pois acabam funcionando como drenos de nutrientes. As plantas adultas têm estipes (caules lenhosos) com folhas compostas, pinadas. A inflorescência do tipo rácimo (cacho) possui flores estaminadas e pistiladas (Figura 1b) (JARDIM, 2000). O fruto do açaizeiro é uma drupa globosa, de 1 a 2 cm de diâmetro e peso médio de 1,5 gramas (Figura 1c).

Figura 1 - Gênero *Euterpe oleracea*: (a) Touceira de açaizeiro com diferentes estádios de frutificação; (b) Inflorescência do açaizeiro; (c) Cacho com frutos. 2010.



Fonte: Autor.

O epicarpo, dependendo do tipo, é roxo ou verde na maturação. O mesocarpo volumoso em polpa envolve o endocarpo volumoso e duro que acompanha a forma do fruto e contém a semente em seu interior. Popularmente o que chamam de semente é o pirênio, pois a semente é ainda envolvida pelo endocarpo (NASCIMENTO et al., 2005). A semente apresenta na maturação um endosperma sólido do tipo ruminado e um embrião pequeno, mas desenvolvido.

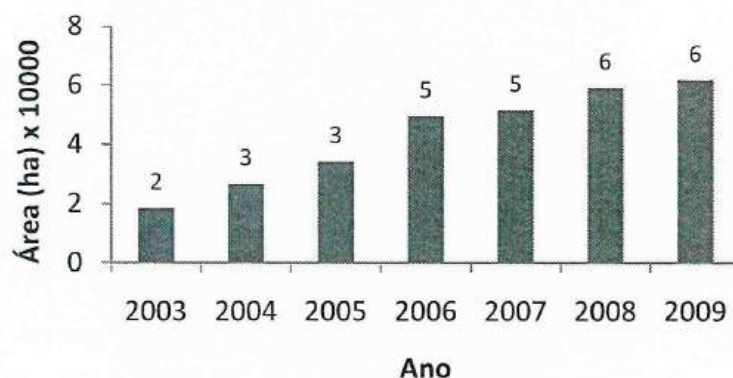
1.1.2 Importância econômica

O Estado do Pará é o principal centro de dispersão natural dessa palmácea e até pouco tempo, o mercado do açaí era restrito as demandas locais e/ou regionais. A partir de pesquisas passou a ser visto como produto energético e com alto valor nutricional, estando agora entre os produtos bastante consumidos pelos brasileiros e em outros

países (OLIVEIRA; FARIAS NETO, 2006; KANG et al., 2011). A maior parte dessa produção de frutos provém do extrativismo, não garantindo frutos de qualidade e nem produções contínuas (sazonalidade), havendo necessidade de serem desenvolvidos estudos que viabilizem seu cultivo (HOMMA, 2006).

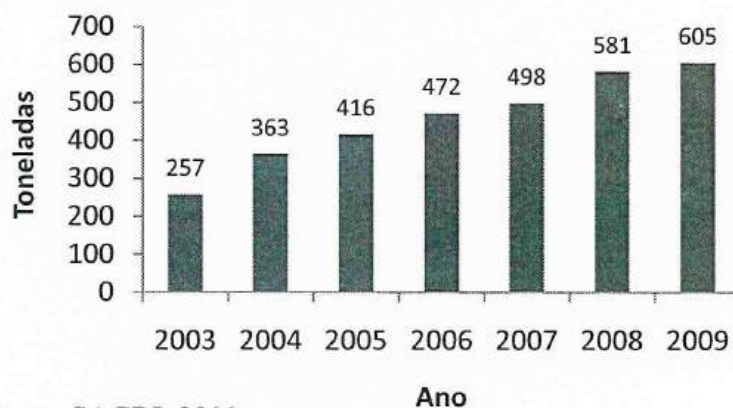
A principal forma de comercialização nacional do açaí é como suco pasteurizado/congelado, em embalagens de polietileno de 100g, 250g, 500g e 1(um) kg, e em tambores de 18 e 180 Litros(SILVA et al., 2008).

Figura 2 - Evolução na área plantada.



Fonte: SAGRI, 2011.

Figura 3 – Produção de frutos.



Fonte: SAGRI, 2011.

A expansão do mercado de frutos vem estimulando muitos agricultores no plantio comercial do açaizeiro, fato observado na evolução da área plantada e na produção comercializada (Figura 2 e 3). A produção nacional dos frutos de açaizeiro somou, em 2009, 604.805 mil toneladas, sendo o Estado do Pará o principal produtor do fruto (SAGRI, 2011).

1.1.3 Patentes

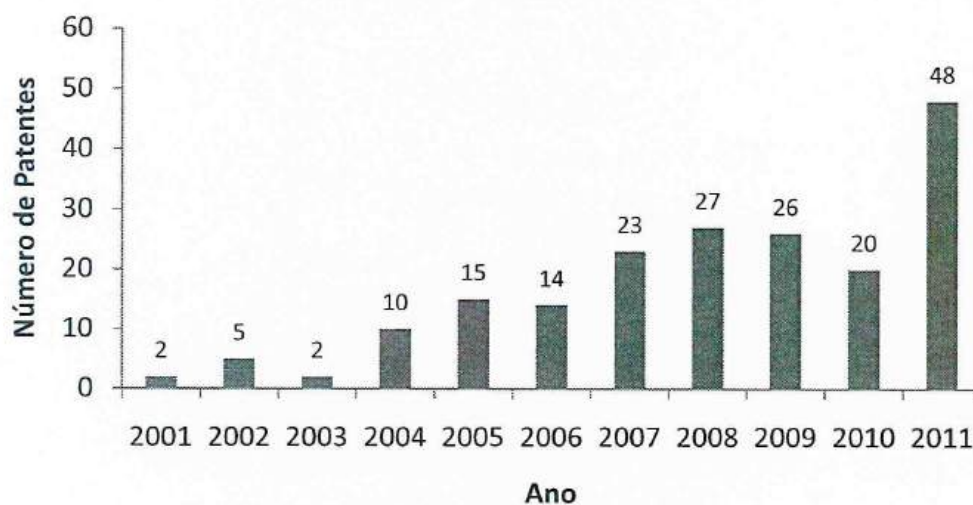
A importância da propriedade intelectual vem fazendo com que países, empresas, pesquisadores e universidades busquem essa proteção, há uma crescente importância e, ao mesmo tempo, os institutos de pesquisa, as entidades e as empresas estão se preparando cada vez mais, depositando um número crescente de patentes, buscando proteção à propriedade intelectual.

Apesar da crise internacional, os indicadores de propriedade intelectual estão fechando 2011 em alta. Tanto marcas quanto patentes garantem recordes históricos. Durante o ano de 2011, foram feitos 30.617 pedidos de patentes, contra 28.052 solicitados em 2010. Para as marcas, o Instituto Nacional da Propriedade Industrial, registrou o total de 143.435, contra 129.620 pedidos de marcas nos 12 meses do ano passado (INPI, 2011). O INPI estima que em 2011 o total de pedidos de patentes depositadas pode chegar a 35 mil quando computadas as que ingressam pelo sistema *PCT* (Depósito internacional de patentes) e o de marcas deve aproximar-se em 150 mil. Os índices revelam o bom momento do país, mas também a conscientização da sociedade brasileira sobre a importância da propriedade intelectual.

Yanai e Faria (2009), apresentaram o panorama das patentes relacionadas ao termo açaí, tendo em vista sua atual importância econômica. Verificou-se que a partir do ano de 2000, houve um aumento nos pedidos de patentes relacionados ao nome do fruto (Figura 4), entretanto, apenas 19,8% destes são solicitados por depositantes nacionais (Brasil) e as principais áreas de interesse estão ligadas área farmacêutica e cosmética, produtos agrícolas, alimentos e química de base, mostrando que 80,2% das

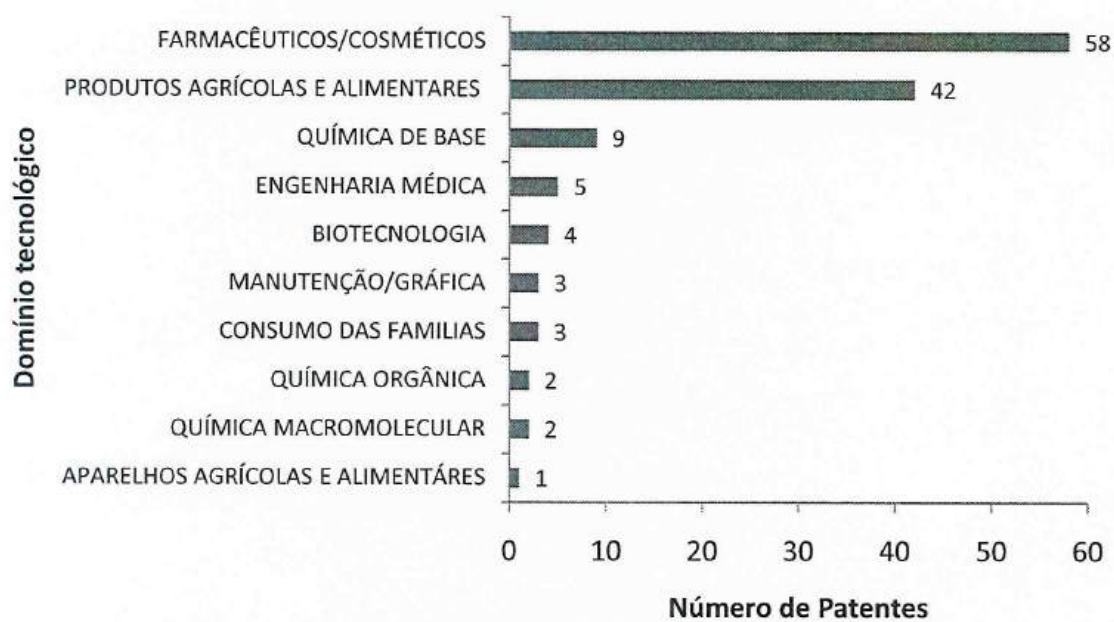
pesquisas para fins econômicos pertencem a outros países, demonstrando assim, o interesse de outros países na flora e fauna amazônica (Figura 5).

Figura 4 – Evolução de pedido de patente (Adaptado).



Fonte: Yanai e Faria, 2009.

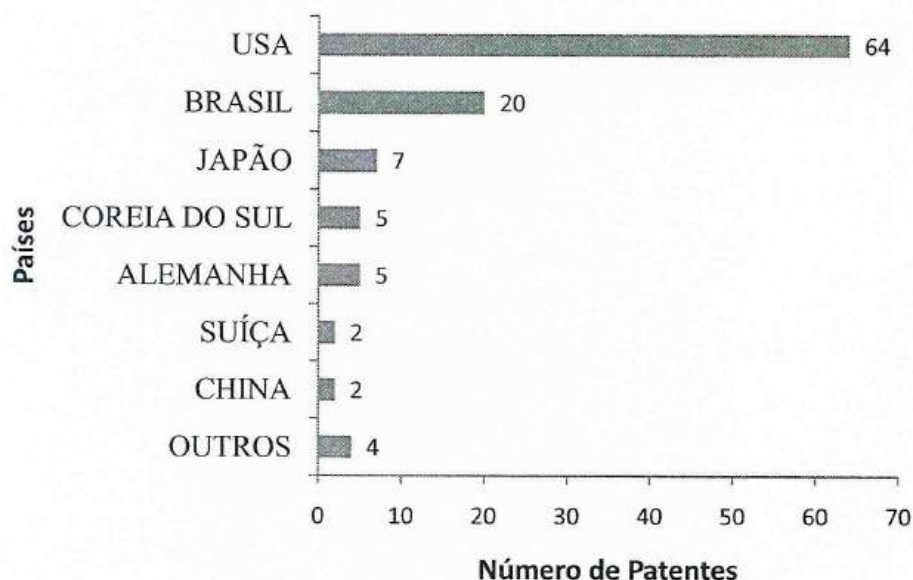
Figura 5 - Principais domínios tecnológicos para açaí.



Fonte: Yanai e Faria, 2009.

O *United States Patent and Trademark Office* (USPTO) tem atualmente registrado 158 patentes ativas para o termo açaí, outras 102 patentes tiveram problemas com o registro em seus produtos e desistiram do processo, além do Brasil outros países também se interessam pelo nome açaí em seus produtos (Figura 6) (USPTO, 2011).

Figura 6 - Principais países com patentes de açaí (Adaptado)



Fonte: Yanai e Faria, 2009.

1.1.4 Usos da espécie

Atualmente, a indústria de produção de carvão vegetal, vem utilizando caroços de açaí como matéria-prima, haja vista que 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 energéticos e que podem ser utilizados como carvão vegetal de boa qualidade. A utilização dos briquetes energéticos dos resíduos de açaí, como fonte energética é uma solução viável, sendo um dos pontos favoráveis a fácil aquisição do resíduo (SILVA, 2002).

Outros produtos têm surgido no mercado tais como: açaí pasteurizado ou em combinações com xarope de guaraná e doce de leite ou ainda açaí em pó solúvel, bebidas energéticas, cosméticos, suplementos alimentares, emagrecedores, etc. O fruto

possui uma formidável concentração de antioxidantes que ajudam a combater o envelhecimento prematuro de células, contendo um volume 10-30 vezes maior de antocianinas (antioxidantes roxos) se comparado ao vinho tinto (KANG, 2011; ROGEZ, 2011). A antocianina é conhecida por suas potentes propriedades terapêuticas entre os quais se inclui o tratamento de retinopatia diabética e de doença fibrocística da mama em seres humanos. Entre os potenciais efeitos fisiológicos das antocianinas incluem-se agentes radioprotetores, quimioprotetores, vasoprotetores e anti-inflamatórios (OLIVEIRA, 2011).

A principal antocianina no açaí é a cianidina-3 glucosídeo, que é comprovadamente 3,5 vezes mais forte do que Trolox (análogo da vitamina E) e é usado em aplicações biológicas ou bioquímicas para reduzir o estresse ou dano oxidativo de células. (MENEZES, 2008; YUYAMA, 2011). Para Homma et al. (2009), a expansão do consumo do suco de açaí está promovendo a transformação do beneficiamento tradicional por modernas indústrias, a exclusão social dos consumidores de menor poder aquisitivo e a introdução de novos sistemas de plantio e coleta do fruto, visando aumentar a produtividade da mão-de-obra e da terra.

A obtenção do fruto do açaizeiro na entressafra mediante técnicas de manejo e irrigação constituem procedimentos que os produtores estão adotando, criando ilhas de eficiência mediante processo de acerto/erro, pois ainda são poucos os investimentos realizados. A busca da qualidade e sanidade, bem como a redução do conteúdo de água no suco para reduzir os custos de transporte é importante para ampliar a exportação para outras partes do país e do mundo.

O uso de cultivares adaptadas às diferentes condições de clima, solo e sistema de produção é o princípio fundamental para a obtenção de incrementos de produtividade e de qualidade. Oliveira e Farias Neto (2008), selecionaram plantas na coleção de germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental, com base no número total de cachos e na produção total de frutos pela média de três anos de produção, selecionando-se todas as plantas que apresentaram valores superiores ou iguais à média da coleção (população original). No período do estudo, as plantas produziram cachos com diferencial de seleção de 4,4 cachos e 2,08 kg de frutos por planta/mês, considerados vantajosos em relação à população original.

1.1.5 Manejo de açazeiros

Segundo Homma (2006), o interesse pela implantação da produção de frutos tem se dado pelo fato do açaí, antes destinado totalmente ao consumo local, ter conquistado novos mercados nacionais e internacionais e se tornado uma importante fonte de renda e de emprego. O aumento do consumo interno regional (70%) e de exportações nacionais (25%) e internacionais (5%) vem causando a elevação dos preços ao consumidor local, principalmente no período da entressafra, que ocorre entre os meses de janeiro a junho. Dados do Departamento Intersindical de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos (Dieese) mostram que de janeiro a maio de 2010, o preço do açaí médio sofreu um reajuste recorde de 80,12% (ORM, 2010). O reflexo imediato da valorização do produto resultou na expansão de açazeiros manejados, em áreas de várzeas, e tem estimulado a implantação de cultivos racionais em terra firme.

A produção anual de frutos no sistema de extrativismo se mantém por volta de 4,5 toneladas/hectare, mas é esperado um sensível aumento quando as áreas de açazeiros manejados apresentarem níveis satisfatórios de produtividade, podendo alcançar até oito toneladas por hectare. Segundo a EMBRAPA (2006), do total colhido, cerca de 20% é consumido pelas famílias no local de produção. Nas áreas destinadas para a produção de frutos, normalmente, são eliminados os estipes de açazeiros excedentes das touceiras, deixando-se no máximo três ou quatro estipes, com vistas à redução da concorrência por água, luz e nutrientes, fatores estes que provocam sensíveis alterações na produtividade. O manejo do açazeiro tem a condição de modificar a capacidade de suporte para uma capacidade limite, equivalente a de um plantio racional. Com isto, são alterados os custos de extração, a rentabilidade, a produtividade máxima e o ponto ótimo econômico.

Nas áreas mais próximas do mercado e com facilidades de transporte, a extração dos frutos do açazeiro tem sido mais lucrativa e vantajosa. Apesar da grande disponibilidade de estoques de açazeiro, estes podem ser aumentados com a prática de manejo. O cenário futuro para a expansão do cultivo do açazeiro está relacionado com o crescimento dos mercados de fruto e palmito, fato que pode motivar a implantação de cultivos racionais, em outras regiões do Brasil.

1.1.6 Irrigação

A disponibilidade de água no solo é fator primordial no crescimento do açaizeiro. Há relatos de que o déficit hídrico provoca a diminuição nas atividades fisiológicas do açaizeiro (fotossíntese, condutância estomática e transpiração). O plantio do açaizeiro é realizado, preferencialmente, nas áreas de clima Afi, mas é possível cultivá-lo sob clima Ami e até mesmo Awi, desde que haja a suplementação de água através de sistemas de irrigação nos períodos de menor precipitação pluviométrica.

Em cultivos de açaizeiro, na região amazônica, a irrigação vem sendo realizada de forma de ensaios e testes, pois não existem estudos específicos sobre sua necessidade hídrica. Nesta região, a irrigação é empregada durante o período de estiagem, na forma de irrigação suplementar, em cultivos estabelecidos em solos de terra firme e submetidos aos tipos climáticos Ami e Awi, que apresentam períodos de estiagem de três a cinco meses.

Por ser uma espécie de ambiente úmido, o açaizeiro é muito exigente em água (Tabela 1). Assim é aconselhável o uso de irrigação, principalmente nos locais onde o período de estiagem é prolongado. Essa prática é essencial para a cultura, pois as plantas necessitam de umidade em quantidade suficiente para a absorção de nutrientes e para não sofrerem estresse hídrico (CALBO et al., 2000; EMBRAPA, 2006). Os valores de estimativa evapotranspiração do cultivo de referência de irrigação foram obtidos pelo método indireto de Blaney-Criddle.

TABELA 1 - Estimativa do consumo de água por touceira de açaizeiro, mensurado no experimento instalado na base física de Tomé-Açú, PA.

Idade (anos)	Número de estipes/touceira	Litros/touceira/dia	Litros/ha/dia
0 a 1	1 a 2	40	16.000
2	2 a 3	60	24.000
3	3 a 4	100	40.000

Fonte: Amazônia irrigação (2011). Estimado pelo método de Blaney-Criddle.

A irrigação é efetuada a partir do mês de julho e continua até que ocorram as primeiras chuvas, geralmente, em novembro. Como o período compreendido entre a abertura das flores e a colheita dos frutos se dá em aproximadamente seis meses, para que ocorra a produção de frutos no primeiro semestre, há necessidade de manutenção da

umidade do solo nos meses de agosto a novembro, período de menor precipitação pluviométrica. Homma et al., (2009), utilizando irrigação por microaspersores e utilizando-se duas bombas com capacidade de vazão total de 40.000 L. h⁻¹, aplicava em cada touceira de açaizeiro um volume de água entre 100 L e 120 L, distribuído durante 1,5 a 2 horas, sendo a estimativa de consumo de água por hectare de 35.000 L.

Como na maioria das palmeiras, o primeiro sintoma visível do déficit de água na planta manifesta-se pela não abertura completa dos folíolos e depois pelo retardamento no ritmo de abertura das folhas. Assim, em plantas com estresse por falta de água é comum encontrar no ápice duas ou mais folhas não completamente abertas e em forma de flecha. Esse fenômeno, em muitos casos, também está associado à deficiência de boro, pois a absorção desse nutriente fica limitada pela deficiência de água no solo. O boro tem importante papel no crescimento meristemático e participa no funcionamento das membranas celulares; em casos de deficiência, diminuir a atividade da ATPase e desencadeia várias alterações que vão do metabolismo dos açúcares e até a membrana celular (HAAG et al., 1992; VIÉGAS et al., 2008).

O déficit hídrico ocasiona perda foliar em decorrência do fechamento dos estômatos, menor transpiração e consumo de CO₂ (Fotossíntese). Em consequência disso, há a aceleração da senescência, da abscisão de folhas e finalmente a morte da planta. No solo causa a desidratação do tecido vegetal em função da perda da turgescência celular, o que afeta os processos de divisão, expansão celular, fotossíntese, produção e translocação de assimilados podendo levar à morte, dependendo da intensidade e duração do déficit. A utilização da irrigação no cultivo de açaizeiro tem como principal vantagem a melhora na produção contínua de frutos, especialmente na entressafra, época que o preço pode alcançar o quádruplo em relação ao da safra, garantindo assim, maior lucro ao produtor (DIMENSTEIN, 2008; FARIAS NETO et al., 2011).

Os resultados alcançados em observações realizadas em açaizeiros com idade de 3,5 e 4 anos demonstram as vantagens da utilização da irrigação no cultivo do açaizeiro (FARIAS NETO et al., 2011). As principais características encontradas em cultivo de açaizeiro irrigado foram: Lançamento contínuo de folhas e inflorescências (1folha/inflorescência); Produção ininterrupta; Cachos com mais frutos pesados. Não influenciou na precocidade na produção de frutos; Maior altura da planta/internó/cacho.

Para açaizeiro não irrigado observou-se uma alta queda de frutos; Falhas nos lançamentos das espatas, definindo período de entressafras (em média quatro internós);

Menor altura de plantas, baixo nível de sombreamento e maior ocorrência de invasoras. No experimento irrigado apesar da altura da emissão do primeiro ter sido duplicada o peso médio de frutos por cacho aumentou cerca de quatro vezes (Tabela 2). Esse valor corresponde a uma diferença de 78,8 % de peso médio de frutos em relação ao não irrigado.

TABELA 2 - Valores médios obtidos no experimento de açaizeiro com quatro anos de idade, instalado na base física de Tomé-Açu sob irrigação tipo microaspersão.

Parâmetros	Não irrigado (N=140 plantas)		Irigado (N=362 plantas)	
	APC (m)	PMF (kg)	APC (m)	PMF (kg)
Média geral	1,0	1,0	2,0	4,73
Intervalo de variação	0,50 – 1,65	0,1 – 3,74	0,8 – 3,0	0,216 – 2,59
Média (50 plantas)*	-	-	-	9,00

Fonte: Farias Neto et al., (2011).

n: número de plantas; APC: altura do primeiro cacho; PMF: peso médio de frutos.

* média do total de produção de frutos em touceiras com número mínimo de três perfilhos.

Para Homma (2009), em seu estudo referente ao custo operacional de produção da lata de açaí obtida com irrigação por microaspersão, alcançou R\$ 9,27, valor este, bastante inferior, em comparação ao obtido na irrigação por aspersão que equivale a R\$ 13,78 considerando uma produtividade de 120 latas/hectare (HOMMA et al., 2006). A obtenção do fruto na entressafra permite cobrir os custos operacionais com lucro líquido equivalente a quase o dobro desse valor. Entretanto, nesse estudo não estão incluídos os custos de implantação da cultura e os custos ambientais decorrentes da utilização da água (outorga).

Entre os itens de custos operacionais mais importantes, destacam-se a mão-de-obra, o consumo de energia elétrica na irrigação, que pode ter preço diferenciado se utilizado somente no período da noite, fertilizantes, adubos e a depreciação do conjunto de motobomba e equipamentos ao longo de sua utilização.

Os dados sobre produtividade de frutos do açaizeiro são ainda inconsistentes, pois não estão devidamente consolidadas as práticas culturais e de manejo mais eficientes para a cultura. Além disso, não existem variedades ou cultivares definidas, e os pomares estabelecidos com sementes de polinização aberta são oriundos de plantas

de populações naturais, sem nenhum critério de seleção. O início do ciclo de produção de frutos começa aos quatro anos após o plantio (OLIVEIRA et al., 2002).

Dentro de uma touceira, a planta-mãe é a primeira a entrar em fase de produção, sendo a produção dos dois primeiros anos é insignificante, mas observou-se que ocorreram incrementos significativos na produção até o décimo primeiro ano, quando a produção de frutos por touceira atingiu valor de 42,2 kg/planta, decrescendo nos anos subseqüentes (OLIVEIRA et al., 2002).

Em açaiçais nativos, manejados para a produção de frutos, com densidade de 1.500 plantas/ha e cerca de 53% delas em fase de produção foi registrada produtividade de até 9.000 kg de frutos/ha. Por outro lado, para açaiçais não manejados a produtividade foi de apenas 4.500 kg de frutos/ha, em decorrência da baixa densidade de plantas/hectare (NOGUEIRA, 1997).

A preocupação com a expansão do mercado consumidor e a limitação da oferta extrativa do recurso forçou uma mudança de atitude nos extratores, que passaram a buscar alternativas de exploração sustentável do açaí, fazendo uso de inovações tecnológicas no processo de produção com o uso de irrigação, adubação e manejo.

1.1.7 Análise de correspondência

A concepção geral da Análise de Correspondência (AC), entre outros aspectos, é que nela se permite a inclusão de variáveis categóricas, apropriadas para dados nominais. Recebe esse nome pelo fato de estudar a correspondência entre variáveis. Este método permite a visualização gráfica das relações mais importantes de um grande conjunto de variáveis entre si (categóricas e contínuas categorizadas). A AC parte de uma matriz de dados representados por uma tabela de contingência e converge para um gráfico que exibe as linhas e as colunas da matriz como pontos de um espaço vetorial de dimensão menor que o original, de maneira a estabelecer relações entre linhas, colunas, e entre linhas e colunas, que possam ser facilmente visualizados e interpretados (RAMOS, 2008).

A Análise de Correspondência Simples (AC de Tabelas de Contingência) em sua forma básica consiste na aplicação de tabelas de contingência de dupla entrada. Segundo Hair (2005), a geometria da AC simples fornece as regras básicas para a sua

interpretação. Todas as outras formas de AC são aplicações do mesmo algoritmo e outros tipos de matrizes de dados, com adaptações na sua interpretação.

De acordo com Mingoti (2005) e Ho (2006), na representação bidimensional, é possível verificar a projeção dos pontos originais sobre esse plano, mas não é possível averiguar quais deles estão mais próximos ou mais distantes. O ideal é ter o conhecimento da geometria de um conjunto de pontos em um espaço multidimensional. Desse modo, a análise pode ser realizada através de um gráfico aproximado, de menor dimensão, e assim, identificar onde esse gráfico é preciso. Em outras palavras, é construir um modelo e saber onde os seus dados se ajustam ou não, visando melhorar a qualidade de ajuste aos dados.

A partir dos princípios geométricos da AC, é possível representar dentro do espaço Euclidiano as distâncias entre os pontos linha e/ou coluna resultante da associação entre as variáveis da tabela de contingência. Assim tem-se o gráfico denominado “Mapa Perceptual” que facilita a visualização das relações existentes entre as variáveis (JOHNSON et al., 2007). Um dos pontos relevantes dessa técnica é que não há exigência de normalidade para a resposta estudada, e por consequência, os testes estatísticos aqui não são utilizados.

1.1.8 Análise geoestatística

Segundo Lamparelli et al. (2001) a geoestatística é um conjunto de técnicas que estima valores regionalizados e espacializados de atributos ou características de determinada área a ser estudada, utilizando como ferramenta básica a interpolação, gerando como produto um mapa da área que represente um atributo de mínima variância.

A geoestatística foi desenvolvida como um método para caracterização e interpolação de padrões espaciais, onde há necessidade de incluir as distâncias entre as observações, pois as informações oferecidas através de variâncias não são suficientes para explicar o fenômeno (KRIGE, 1951). Matheron (1963) baseado nessas observações desenvolveu uma teoria denominada por ele de teoria das variáveis regionalizadas, contendo a base da geoestatística, conceituou variável regionalizada como uma função espacial numérica, que varia de um local para outro, com continuidade aparente e cuja variação não pode ser representada por uma função matemática simples.

Os atributos não variam ao acaso, mas de acordo com uma dependência espacial (VIEIRA et al., 1983). Portanto, há necessidade de se identificar o grau dessa dependência, e gerar um mapa preciso das variáveis analisadas. Segundo Vieira (2000), a geoestatística aplicada à agricultura de precisão tem por objetivo identificar, na aparente desordem entre as amostras, a medida da correlação espacial, realizar estimativas de valores em locais não amostrados a partir de alguns valores conhecidos na população e identificar inter-relações de propriedades no espaço, além de permitir estudar padrões de amostragem adequados.

1.1.9 Semivariograma

O gráfico das semivariâncias em função da distância a um ponto é chamado de semivariograma. A partir de certa distância a semivariância não mais aumentará com a distância e estabilizar-se-á num valor igual à variância média, dando a esta região o nome de contribuição ou patamar. A distância entre o início do semivariograma e o começo do patamar [C] recebe o nome de alcance [a]. Ao extrapolar-se a curva do semivariograma para a distância zero, pode-se chegar a um valor não nulo de semivariância. Este valor recebe o nome de efeito pepita (C_0).

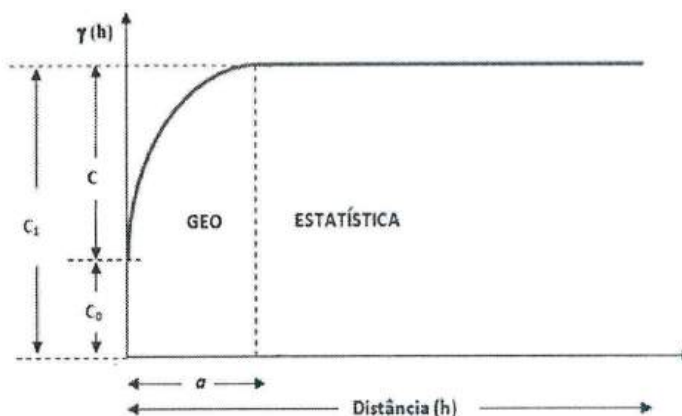
O valor inicial do semivariograma é denominado de efeito pepita e se refere à variância não explicada ou ao acaso, frequentemente causada por erros de medições de microvariações não detectadas pela escala de amostragem (VIEIRA, 2000; VENDRUSCULO et al., 2004).

Para fornecer informações mais precisas, os semivariogramas podem ser avaliados pela técnica conhecida como validação cruzada. Segundo Ávila et al. (2010), a validação cruzada consiste em remover uma observação do conjunto de dados e, usando-se um estimador e uma função ponderada relacionada com a distância, como a krigagem, estima-se o valor retirado utilizando os dados remanescentes. Tem-se, portanto, dois valores para o mesmo ponto, o real e o estimado.

O erro da estimação pode ser calculado pela diferença entre o valor real e o estimado, sendo repetido para cada local amostrado. O semivariograma melhor ajustado é aquele que possui o maior coeficiente de correlação entre os valores reais e estimados. A obtenção do semivariograma é descrita como o primeiro passo no procedimento de uma análise geoestatística. Na verdade, ele é o passo mais importante porque o modelo

escolhido será utilizado no processo de interpolação (krigagem) e influenciará todos os resultados interpolados e as conclusões (FARIAS et al., 2003) (Figura 7).

Figura 7 - Esquema do semivariograma experimental.



Fonte: Autor

Onde:

Alcance (a): À medida que a distância entre os pares aumenta, a variabilidade tenderá a aumentar até atingir um determinado nível. À distância onde o variograma atinge este nível é denominado de alcance;

Patamar (C): Representa o nível de variabilidade onde o variograma se estabiliza. Este patamar deve ser teoricamente igual à variância amostral;

Variância Espacial (C_1): Representa as diferenças espaciais entre os valores de uma variável tomada em dois pontos separados por distâncias cada vez maiores;

Efeito Pepita (C_0): Para distância igual a zero ($h=0$), o variograma deveria apresentar variabilidade nula. Entretanto, vários fatores como erros de amostragens, erros de medidas ou ainda microregionalizações da variável em análise, causam uma descontinuidade na origem do variograma, denominado de efeito pepita.

1.1.10 Krigagem

O método de krigagem foi desenvolvido para solucionar problemas de mapeamentos geológicos, mas seu uso expandiu-se com sucesso no mapeamento de

solos e outros campos correlatos. A diferença entre a krigagem e outros métodos de interpolação é a maneira como os pesos são atribuídos às diferentes amostras.

Segundo Landim (1998) é definido como um processo para se estimar valores de variáveis especialmente distribuídas a partir de valores adjacentes considerados dependentes pelo semivariograma.

Existem vários métodos de interpolação de valores não amostrados, sendo krigagem fundamentado no método de estimação por médias moveis e com ótimas propriedades. Na execução desse método, são levados em consideração os fatores que seguem: o número de dados e a qualidade dos pontos em cada posição dos dados com relação ao campo, a continuidade espacial das variáveis interpoladas e a distância entre os pontos e a área de interesse. Vieira (2000) considera como o melhor estimador porque produz menor variância do erro.

1.1.11 Mapeamento da produtividade

Thylén et al. (1997), consideraram que o mapa de produtividade é um dos métodos mais corretos para estimar a heterogeneidade de um campo. Stafford et al. (1999), utilizaram mapas de produtividade que foram gerados a partir de dados coletados através de monitores de colheita por mais de três safras. Observaram não apenas uma grande variabilidade de produtividade numa mesma safra, como também, uma falta de consistência no padrão desta variabilidade de uma safra para outra. De acordo com Molin (2007), o mapa de produtividade é um importante componente para agricultura de precisão, pois identifica e quantifica a variabilidade da produtividade das culturas e auxilia para o manejo específico nos próximos cultivos. A quantificação desta variabilidade, tanto espacial quanto temporal, permite identificar áreas com maior potencial produtivo, nas quais pode valer a pena um maior investimento em insumos para maximização da produtividade. Assim, não se pode usar um único mapa de produtividade, é necessário examinar não somente a variabilidade espacial, mas também a variabilidade temporal da produtividade da cultura ou dos atributos analisados.

Para Queiroz et al. (2000) os mapas de produtividade podem ser utilizados como o ponto inicial, a fim de avaliar as causas da variabilidade de produtividade, bem como verificar as causas passíveis de modificações e as respostas econômicas e de impacto ambiental que o sistema de manejo, em locais específicos, pode trazer.

2 VARIABILIDADE ESPACIAL DE PRODUTIVIDADE DE *Euterpe oleracea* IRRIGADO

2.1 INTRODUÇÃO

O Brasil exportou aproximadamente 2,2 milhões de dólares em frutas no ano de 2010, totalizando um volume de 2.149 toneladas (MAPA, 2011; IBRAF, 2010). Os dados indicam que as frutas tropicais têm um grande potencial para ganharem mais espaço no mercado internacional. Apesar das exportações brasileiras estarem concentradas no mercado europeu, o Brasil exportou frutas frescas para 61 países (FIEPA, 2011).

Segundo Farias Neto et al. (2011), com a expansão do mercado nacional e internacional de açaí, além do manejo de áreas de várzeas, o plantio está expandindo-se em áreas de terra firme, pastagens degradadas e outras áreas abandonadas.

Nesse sentido, a mesorregião do nordeste paraense tem despertado a atenção dos produtores no plantio de açaizeiros, inovando técnicas de cultivo, visando a desenvolver sistemas de cultivos apropriados para aumentar a produtividade e a produção, tanto na safra como na entressafra (HOMMA et al., 2009).

A produtividade de culturas irrigadas é influenciada pela combinação da variabilidade espacial do solo, da aplicação de fertilizantes, capacidade de infiltração de água no solo, e da qualidade da água (MIRANDA et al., 2006; BERGEZ; NOLLEAU, 2003). Segundo Cunha et al. (2008), a uniformidade de aplicação e do teor de água no perfil tem efeito no rendimento das culturas e a produtividade é bastante dependente da uniformidade com que a água é aplicada na superfície do solo.

As culturas respondem diferentemente à variabilidade espacial existente em um campo de produção, originando um produto cuja qualidade e quantidades variam de forma espacialmente correlacionada com os fatores ambientais envolvidos (ALVES et al., 2011; REICHERT, 2008).

Com o desenvolvimento de tecnologias e princípios apropriados para manejar as variabilidades espaciais e temporais associadas com os aspectos da produção agrícola, o uso desse conhecimento tem modificado a forma de trabalhar cada região de solo. A produtividade das culturas varia no espaço e no tempo e determinar as causas dessas

variações é o desafio que enfrenta a agricultura de precisão. As variações espaciais podem ser estudadas a partir de técnicas geoestatísticas que permitem elaborar mapas e delimitar áreas de manejo diferenciadas (BORSSOI et al., 2011; MOLIN et al., 2007; FARIAS et al., 2003).

A agricultura de precisão pode ser definida como o gerenciamento da produção levando em consideração a variabilidade espacial tanto da produtividade quanto dos fatores relacionados a ela (CIRANI et al., 2010; MOLIN et al., 2006). Segundo Queiroz et al. (2000), é a tecnologia cujo objetivo consiste em aumentar a eficiência, com base no manejo diferenciado na agricultura. Para Silva (2007), agricultura de precisão consiste em aplicação de tecnologias de avaliação e manejo da variabilidade espacial dos parâmetros das culturas e do solo.

O estudo da variabilidade espacial da produtividade tem grande importância não só na coleta de amostras e interpretação de resultados, mas também no levantamento e classificação das unidades de manejo e no uso racional de insumos e água, pois cada resultado representa a informação real do que acontece no campo, o que nem sempre pode ser observado em experimentos de laboratório, como a localização de áreas de maior e menor produção, ou outra variável que se deseje analisar.

A geoestatística, ferramenta estatística utilizada para estudar a variabilidade espacial, possibilita a interpretação dos resultados com base na estrutura da variabilidade natural dos atributos avaliados, considerando a dependência espacial dentro do intervalo de amostragem e consegue representar os mais diversos tipos de variações (DALCHIAVON et al., 2011; SOUZA et al., 2010; SANCHEZ et al., 2009). O objetivo do presente trabalho foi avaliar a variabilidade espacial de produtividade de açaizeiro irrigado usando como metodologia a geoestatística.

2.2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.2.1 Localização da área de estudo

A área de estudo está localizada na Fazenda Barindaua (Figura 8a e 8b), no município de Moju pertence à Mesorregião do Nordeste Paraense. A sede da fazenda apresenta as seguintes coordenadas geográficas: 02° 48'24.50" de latitude Sul e 49° 26'59.10" de longitude a Oeste Greenwich. O município apresenta o clima do tipo Ami,

de acordo com a classificação de Köppen. A temperatura média anual é elevada (25°C), e seu regime pluviométrico entre 2.250 mm e 3000 mm anuais e umidade relativa do ar de 85%. As chuvas, apesar de regulares, não se distribuem igualmente durante o ano. O período de janeiro a junho é o mais chuvoso, apresentando uma concentração de cerca de 80%.

FIGURA 8 - Área utilizada no estudo: Vista geral (a), processo de amostragem (b), município de Mojú-PA – 2010.



Fonte: Autor

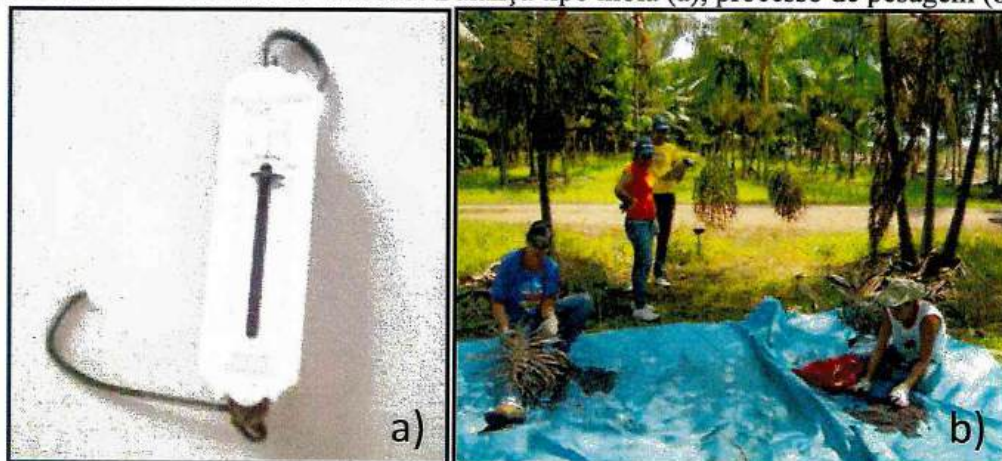
O solo da região é caracterizado como Latossolo Amarelo, textura média, distrófico. A área analisada possui plantas com quatro anos de idade e o espaçamento utilizado 4,0 x 4,0 metros. O material genético não possui origem definida, tendo sido obtido de sementes de polinização aberta disponível na região.

A área irrigada corresponde a 80,28 ha, o sistema de irrigação é do tipo aspersão com lâmina de aplicação de 6,0 mm, com uma vazão média de 2.562 L/h e turno de rega de 24 horas. Cada planta teve sua posição espacial georreferenciada com a utilização de um aparelho GPS (Sistema de posicionamento global), modelo *Garmim 12*, com coordenadas utilizadas no sistema UTM (Universal Transversa de Mercator), Datum WGS 84. Selecionou-se para a coleta, uma quadra com área de 13,4 hectares, o que equivale a 625 touceiras/hectare.

A malha amostral contava com 36 linhas e 18 touceiras por linha, intercaladas por uma planta não analisada, configurando uma amostragem aleatória sistemática, as plantas analisadas foram identificadas com uma fita amarela, estando nela a identificação da amostra e o número da planta.

As colheitas foram realizadas manualmente e somente nas plantas marcadas. Inicialmente, realizou-se por meio de planilhas, a contagem do número total de cachos/planta e de cachos maduros/planta, posteriormente foram colhidos todos os cachos maduros e realizada a pesagem de frutos em sacolas com peso desprezível, com balança tipo mola (Modelo *Performance plus*) com capacidade de até 20 kg e precisão de 0,5 kg (Figura 9a e 9b). Esse processo foi realizado durante oito meses entre os anos de 2010 e 2011.

FIGURA 9 - Processo de colheita: Balança tipo mola (a), processo de pesagem (b).



Fonte: Autor

A digitalização dos pontos amostrais foi feita no software *SURFER* 8.0 (GOLDEN SOFTWARE, 2002), para que fosse possível construir uma base digital da área estudada, seguindo a metodologia proposta por Farias et al. (2003). Na quadra, denominada A2, foram selecionadas para a amostragem 648 touceiras, onde cada planta teve sua localização espacial georreferenciada. A produtividade foi obtida pela colheita mensal das plantas selecionadas. Sendo que na área de estudo ocorrem colheitas a cada 15 dias, realizadas pelo produtor.

As estatísticas descritivas dos dados obtidos (média, desvio padrão, máximos e mínimos, coeficientes de variação, assimetria e curtose), A hipótese de normalidade dos dados foi testada pelo pacote estatístico *Minitab* 14 (MINITAB, 2008).

A geoestatística foi executada para todas as variáveis que apresentaram ou não normalidade dos dados, gerando os semivariogramas experimentais e que foram ajustados aos modelos teóricos: esférico, exponencial, linear e efeito pepita. A escolha

do modelo deu-se com base no coeficiente de determinação (R^2), cujo maior valor pressupõe o melhor conjunto de parâmetros variográficos.

Para a análise do grau da dependência ou continuidade espacial de uma variável, utilizou-se a classificação de Cambardella et al. (1994), pela qual a dependência espacial é considerada forte quando o efeito pepita (C_0) é menor ou igual a 25% do patamar do semivariograma; é moderada quando está entre 25% e 75% e fraca quando é maior ou igual a 75%. Validados os modelos teóricos, executaram-se as interpolações por krigagem para a obtenção dos modelos digitais, buscando uma estimativa sem tendência e com mínima variância para os valores em locais não amostrados.

2.2.2 Análise de correspondência (AC)

Os modelos estatísticos clássicos tornam-se menos sensíveis em sistemas biológicos, em razão das particularidades próprias de cada manejo, e não consideram o efeito conjunto de inúmeros fatores e características para promover as respostas ao manejo (MALUCHE-BARETTA et al., 2006). A análise estatística multivariada, entretanto, permite detectar e descrever padrões estruturais, espaciais e temporais nas comunidades biológicas, e formular hipóteses baseadas nos numerosos fatores bióticos e abióticos que interferem sobre tais características (LATTIN, 2011). A técnica multivariada de análise de correspondência foi utilizada por Sanseverino e Nessimian (2008) com o objetivo de descrever e interpretar relações dos táxons de *Chironomidae* (Diptera) com o ambiente. Weirich Neto et al. (2006), utilizando-se da análise multivariada apontou grande parte da variabilidade vertical da resistência do solo à penetração, caracterizando assim diferentes camadas no solo quanto à resistência do solo à penetração. Bertini et al. (2010), avaliou a divergência genética de genótipos de feijão-caupi por meio de técnicas multivariadas e identificar aqueles que apresentam a melhor combinação para diferentes características por meio de índice de seleção.

O mapa perceptual/intuitivo obtido na utilização de técnicas multivariadas foi definido por Hair et al. (2005) como representação visual das percepções de objetos de um indivíduo em duas ou mais dimensões.

A fim de determinar qual categoria de peso de fruto esta mais associada a cada avaliação mensal, dividiram-se as produções em oito categorias para que assim fosse aplicada a técnica de análise de correspondência (Tabela 3), que consiste na associação

de variáveis categóricas de forma bivariada (Análise de correspondência simples), por meio de um mapa perceptual/intuitivo onde, neste verifica-se a existência de proximidade (similaridade) entre o objeto proposto das variáveis em estudo (Produção x Meses).

TABELA 3 - Variável peso de frutos, categorizados em oito classes.

Categorias	Peso (kg)
1	0,5 – 0,99
2	1,0 – 1,49
3	1,5 – 1,99
4	2,0 – 2,49
5	2,5 – 2,99
6	3,0 – 3,49
7	3,5 – 3,99
8	> 4,0

Para que a técnica estatística análise de correspondência possa ser aplicada de forma eficaz foi necessário que o par de variáveis analisado fosse submetido primeiramente ao teste do Qui-quadrado (χ^2). Onde seu cálculo é dado por

$$\chi^2 = \sum_i \sum_j \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}, \quad [1]$$

onde O_{ij} é a frequência observada e E_{ij} é a frequência esperada. A significância de χ^2 indica desvios significativos dos perfis linha em relação a seu centróide, com nível de significância α , geralmente $\alpha = 0,05$.

Após ter sido realizado o teste χ^2 o segundo teste de validação é o critério β , onde ele indica se aplicação da análise de correspondência entre as variáveis é válida ou não, ou seja, o valor resultante do teste deve apresentar significância estatística. O cálculo do valor do critério β é dado por

$$\beta = \frac{\chi^2 - (l-1)(c-1)}{\sqrt{(l-1)(c-1)}}, \quad [2]$$

onde χ^2 é o valor do Qui-quadrado, l é o número de linhas, c é o número de colunas, O é a frequência observada e, E representa a frequência esperada (4). Se $\beta > 3$, as variáveis são ditas associadas entre si (dependentes) a um risco menor e igual que 5%, e consequentemente, aplicável nas respectivas variáveis à análise de correspondência. É recomendada a realização do critério β antes da aplicação da técnica, pois se o $\beta < 3$, não poderá ser aplicada a técnica, devido o critério indicar independência entre as variáveis.

Após a realização dos testes Qui-quadrado e critério β , realizou-se a análise dos resíduos com o objetivo de verificar quais categorias realmente possuíam associações significativas. O resíduo referente a cada cruzamento das categorias das variáveis em estudo Z_{res} é dado por

$$Z_{res} = \frac{O_{ij} - E_{ij}}{\sqrt{E_{ij}}}, \quad i = 1, \dots, l \quad \text{e} \quad j = 1, \dots, c \quad [3]$$

Além disso, Ramos et al. (2008) recomendam que deve-se calcular os respectivos níveis de confiança para cada resíduo Z_{res} , com o objetivo de determinar a probabilidade de associação entre categorias das variáveis em estudo.

$$\gamma = \begin{cases} 0, & \text{se } Z_{res} \leq 0; \\ 1 - 2 \times [1 - P(Z < Z_{res})], & \text{se } 0 < Z_{res} < 3; \\ 1, & \text{se } Z_{res} \geq 3. \end{cases} \quad [4]$$

Sendo que Z_{res} é uma variável aleatória com distribuição de probabilidade normal padrão e para efeito de relação estatística significativa foram consideradas $\gamma \geq 0,70$.

2.2.3 Análise da dependência espacial

Para a realização da análise da dependência espacial, utilizou-se a metodologia proposta por Vieira et al. (1983) e utilizando-se da informação da posição da amostra e o valor que as variáveis (Peso de frutos, Número total de cacho, Número de cacho maduro) assumiram em cada coordenada (latitude, longitude).

A análise geoestatística padrão inclui a análise exploratória de dados, análise de semivariograma da estrutura espacial, e a interpolação de superfície para exibir os resultados desta interação. A semivariância é a medida do grau de dependência espacial entre duas amostras e depende da distância entre eles. O semivariograma é representado pela equação (5) conforme utilizado por Vieira et al. (1983):

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(X_i) - Z(X_i + h)]^2, \quad [5]$$

onde $N(h)$ é o número de pares de contagem de produção que são separadas por uma distância h , e $Z(x_i)$ representa os valores observados da variável regionalizada. O gráfico de $g^*(h)$ versus os valores correspondentes de h , chamado semivariograma, é uma função da distância h , e, portanto, depende da distância e direção para permitir a estimativa de valores para locais não amostrados (MATTIONI et al., 2011; ZUCOLOTO et al., 2011; DIGGLE et al., 2007; FARIAS et al., 2003).

A comparação dos parâmetros do semivariograma para diferentes situações pode fornecer informações importantes sobre a distribuição espacial correspondente. Por exemplo, a relação entre $C_0/C_0 + C_1$ (índice “k”), fornece uma estimativa da quantidade de aleatoriedade que existe entre os dados em incrementos menores do que a distância de amostragem.

Segundo Mello (2004) a krigagem é um método de inferência espacial que estima informações em pontos não amostrados a partir de informações situadas em pontos amostradas, considerando a estrutura de dependência espacial do fenômeno.

A krigagem ordinária é o método mais popular de krigagem, pois não necessita da média populacional conhecida, como a maioria dos outros métodos geoestatísticos (SANTOS et al., 2011). O estimador da krigagem ordinária é obtido, segundo Matheron (1963), conforme:

$$Z^*(X_0) = \sum_{i=1}^n \lambda_i Z(X_i). \quad [6]$$

Os modelos foram ajustados aos semivariogramas e com base nesses modelos, foram determinadas as correções dos dados relacionados espacialmente. As estimativas de krigagem foram realizadas no programa SURFER 8.0 (GOLDEN SOFTWARE, 2002) para produzir mapas de estimativas de produtividade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores da média, mediana, desvio padrão e coeficiente de variação das variáveis analisadas, encontram-se na Tabela 4. No período do estudo, o peso médio da produção de frutos variou em média de 1,80 e 2,50 kg de frutos/planta e o número de cachos total em média de 4,00 a 7,00 cachos/planta, sendo que os cachos maduros em média foram de 1,06 a 1,88. Observa-se uma média variabilidade para o peso de frutos (32 a 42 %) medida pelo coeficiente de variação e alta variabilidade para número total de cacho (44 a 55 %) e número de cacho maduro (22 a 59 %).

Pelas médias de coeficientes de variação observadas, verifica-se a tendência das variáveis de apresentarem valores elevados, sobretudo o peso de fruto/planta, essa tendência pode estar associada à seleção do material experimental e podendo ser influenciados também pelo ambiente, sendo comum em frutíferas perenes (FARIAS NETO et al., 2009; SANCHEZ et al., 2005). Os valores das médias são quase sempre superiores às variâncias, indicando uma distribuição com tendência para uma dependência espacial. O mesmo não ocorre para o número de total de cachos produzidos, o que pode caracterizar e que essa variável está mais ligada à genética da planta conforme observado por Oliveira e Farias Neto (2008).

TABELA 4 - Estatística descritiva das variáveis pesos de fruto/planta, número total de cacho/planta e número de cacho maduro/planta.

Variável	Peso de fruto/Planta (kg/planta)							
	JUL	AGO	SET	NOV	DEZ	JAN	MAR	MAI
Amostras	343	358	304	415	405	256	61	99
Peso total	801	866	767	1036	939	533	138	178
Média	2,34	2,42	2,52	2,50	2,32	2,16	2,27	1,80
Mediana	2,30	2,35	2,50	2,50	2,30	2,20	2,20	1,80
DP ⁽¹⁾	0,99	0,89	0,88	0,80	0,76	0,76	0,65	0,62
S ²⁽²⁾	42,76	36,96	35,03	32,30	33,16	35,42	28,78	34,88
CV(%) ⁽³⁾	0,99	0,78	0,78	0,65	0,59	0,58	0,42	0,39
Q1 ⁽⁴⁾	1,70	1,80	1,90	1,90	1,80	1,53	1,80	1,40
Q3 ⁽⁵⁾	3,00	3,00	3,10	3,00	2,90	2,70	2,60	2,30
Min. ⁽⁶⁾	0,50	0,50	0,50	0,50	0,40	0,50	0,50	0,50

Max. ⁽⁷⁾	6,00	6,00	5,00	4,80	4,20	4,20	4,00	3,20
Número total de cacho/Planta (Cacho/planta)								
Variável	JUL	AGO	SET	NOV	DEZ	JAN	MAR	MAI
Amostras	595	598	599	590	585	575	575	601
Média	6,27	7,15	7,31	4,64	4,69	4,62	4,81	7,06
Mediana	6,00	6,00	7,00	4,00	4,00	4,00	4,00	6,00
DP ⁽¹⁾	3,46	3,31	3,27	2,23	2,50	2,41	2,62	3,68
S ²⁽²⁾	11,98	10,98	10,68	4,95	6,27	5,80	6,89	13,5
CV(%) ⁽³⁾	55,23	46,35	44,70	48,00	53,40	52,08	54,57	52,08
Q1 ⁽⁴⁾	4,00	5,00	5,00	3,00	3,00	3,00	3,00	5,00
Q3 ⁽⁵⁾	8,00	9,00	9,00	6,00	6,00	6,00	6,00	9,00
Min. ⁽⁶⁾	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Max. ⁽⁷⁾	19,00	20,00	19,00	15,00	16,00	13,00	18,00	22,00
Número de cacho maduro/Planta (Cacho maduro/planta)								
Variável	JUL	AGO	SET	NOV	DEZ	JAN	MAR	MAI
Amostras	343	358	304	415	405	221	61	99
Média	1,88	1,71	1,30	1,44	1,40	1,20	1,07	1,06
Mediana	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
DP ⁽¹⁾	1,13	1,02	0,57	0,71	0,69	0,46	0,31	0,24
S ²⁽²⁾	1,27	1,02	0,57	0,71	0,69	0,46	0,31	0,24
CV(%) ⁽³⁾	59,91	59,72	43,74	49,16	49,77	37,92	29,02	22,61
Q1 ⁽⁴⁾	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Q3 ⁽⁵⁾	2,00	2,00	1,00	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00
Min. ⁽⁶⁾	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Max. ⁽⁷⁾	9,00	9,00	4,00	6,00	6,00	3,00	3,00	2,00

⁽¹⁾ Desvio-Padrão, ⁽²⁾ Variância, ⁽³⁾ Coeficiente de Variação, ⁽⁴⁾ Valor Mínimo, ⁽⁵⁾ Valor Máximo, ⁽⁶⁾ Quartil inferior, ⁽⁷⁾ Quartil superior.

Embora os pesos médios de fruto e as medianas sejam muito próximos, indicando que pouca variação ocorreu na média de produção (kg/fruto/planta) ao longo do período de estudo, com exceção do mês de maio onde se registrou o menor peso médio (1,80 kg), as produtividades totais mensais são diferentes. Constatada a diferença entre as produções mensais, e avaliando a literatura disponível, observa-se que o

florescimento na planta de açaí ocorre durante todos os meses do ano, com o pico entre os meses de fevereiro e julho (OLIVEIRA et al., 2000).

Após a abertura (antese) e fecundação das flores, é necessário, aproximadamente seis meses para os frutos atingirem a fase de colheita, o baixo peso de frutos em maio pode ser reflexo de alterações que ocorreram pelo menos seis meses antes, como a ocorrência de problemas estruturais e/ou onde a irrigação pode não ter sido suficiente para atender a demanda hídrica da planta (BIFFI; RAFAELI NETO, 2008).

A produção anual de cachos frutíferos por planta depende da fertilidade, umidade do solo, luminosidade e da própria biologia da planta. As alterações desses elementos durante o estágio de floração e crescimento dos frutos podem afetar o tamanho dos mesmos ou também a diferenciação das gemas floríferas para a próxima safra (FARIAS NETO et al., 2011).

A Tabela 4 mostra também que as plantas apresentaram em média de um a dois cachos maduro/planta apenas nos meses de julho e agosto, para os demais a produção de cachos maduros permaneceu em apenas um cacho mensal/planta. Castro (2000) encontrou que a palmeira *Euterpe precatória* produz de 3 a 4 cachos, mas raramente há mais que dois maduros ao mesmo tempo, o mesmo foi observado por Oliveira e Farias Neto (2008).

Em julho obteve-se a melhor média de produção de cachos maduros (1,88), embora o número de cachos maduros sofra grande variação, podendo variar entre um e nove cachos maduros, o que explica o alto valor para o CV% e demonstrou uma acentuada queda com o decorrer dos meses de análise. Estas diferenças não foram estatisticamente significativas (teste de Kruskal-Wallis; $p < 0,05$). Estas variações podem estar relacionadas com a variabilidade interanual, local do indivíduo, variação genética, abortamento de cachos (Castro, 2000). A variação observada pode ter ocorrido também devido à diferença de polinização entre inflorescências.

As maiores produções de frutos de açaí concentraram-se nos meses entre julho a dezembro, e tiveram redução de janeiro a maio. O elevado número de cachos/planta pode ter distribuído às variações de peso de frutos no pomar, pois cada planta foi avaliada como um todo, não diferenciando entre planta mãe e perfilhos. O aumento de peso de frutos é considerado uma função do número de frutos observado em macieira (BIFFI; RAFAELI NETO, 2008), e também em citros (FARIAS et al., 2003; OLIVEIRA et al., 2009). O caráter perfilhamento, apesar de ser desejável em açaizeiros

destinados ao cultivo para produção de frutos deve ser visto com ressalvas, pois ocasiona redução na produção de frutos, em virtude da competição dos perfilhos da mesma touceira por nutrientes (OLIVEIRA; FARIAS NETO, 2008).

O açaizeiro flora e frutifica praticamente durante todo o ano. Porém, os picos de frutificação ocorrem com maior frequência, nos períodos de setembro a dezembro. O período de floração mais intenso coincide com a época de maior precipitação de chuvas, enquanto que para o de frutificação predomina na época mais seca do ano, com a utilização da irrigação, esperam-se melhoras na produtividade (OLIVEIRA et al., 2000).

A produção do açaizeiro irrigado depende da capacidade da planta emitir cachos, cujo tamanho de frutos desenvolvidos apresenta grande variação. Segundo Homma et al. (2006), os cachos produzidos no sistema de açai irrigado são menores do que aqueles produzidos nas áreas de várzeas, daí a produtividade ser mais modesta, mas segundo Farias Neto et al. (2011), a própria emissão de perfilhos pode alterar o desenvolvimento de cachos e frutos, pois a planta faz uso de seus nutrientes e energia para realizar o crescimento de perfilhos emitidos, alterando o desenvolvimento de cachos.

Com o uso da técnica estatística multivariada de análise de correspondência, que basicamente, converte uma matriz de dados não negativos em um tipo particular de representação gráfica em que as linhas e colunas da matriz são simultaneamente representadas em dimensão reduzida, isto é, por pontos no gráfico, foi possível estudar as relações e semelhanças existentes entre categorias de produção de frutos e os meses analisados se estes estão relacionados.

Os valores destacados em negrito na Tabela 5 apresentam o nível de confiança, em que para efeito de relação estatística, foi igual e/ou superior a 70%, referente à análise de resíduos. A figura 10 apresenta o mapa perceptual dessas relações, mostrando que os percentuais de inércia das dimensões 1 e 2 restituem 100% da informação, confirmando suas associações de categorias.

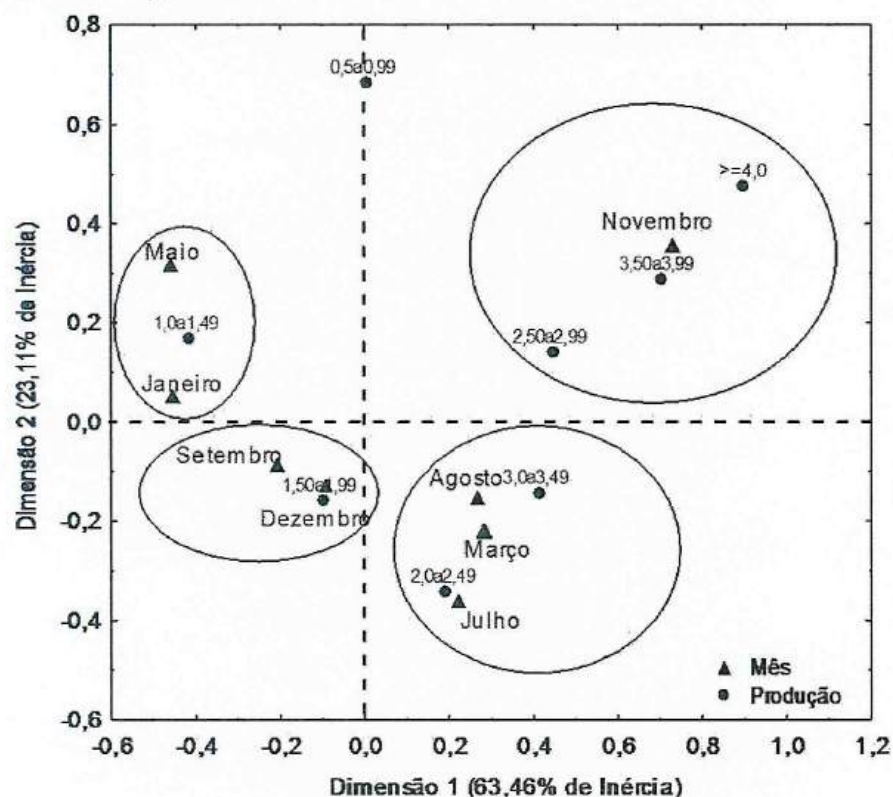
TABELA 5 - Probabilidade de associação entre categorias da variável peso e mês.

Mês	PRODUÇÃO (kg)							
	0,5 a	1 a	1,5 a	2 a	2,5 a	3 a	3,5 a	>=4
	0,99	1,49	1,99	2,49	2,99	3,49	3,99	
Julho	0.00	0.00	100	100	16.01	85.45	0.00	0.00
Agosto	0.00	0.00	0.00	100	64.72	100	90.42	20.34
Setembro	5.62	92.46	99.60	0.00	0.00	4.12	0.00	0.00
Novembro	99.11	0.00	0.00	0.00	100	99.82	100	100

Dezembro	0.00	0.00	94.42	91.69	0.00	0.00	0.00	0.00
Janeiro	99.11	100	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Março	0.00	0.00	6.69	92.31	0.00	0.00	0.00	0.00
Maio	5.62	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Na Figura 10, a proximidade dos pontos representando o peso de frutos, em cada quadrante, comparada com sua distância em relação ao demais, indica que os eixos refletem um contraste entre as categorias de peso associada a cada coleta realizada ao longo do período, em outras palavras, o gráfico representa a heterogeneidade entre as categorias de peso, sendo que novembro foi o mês mais produtivo, onde os cachos proporcionaram entre 2,5 e 4,0 (kg/fruto/planta). Os meses de junho e agosto são relativamente mais homogêneos e suas categorias estão associadas a cachos que apresentaram entre 2,0 a 3,5 (kg/fruto/planta).

FIGURA 10 - Análise de correspondência entre peso de frutos e meses no ano no plano bidimensional. Moju - PA.

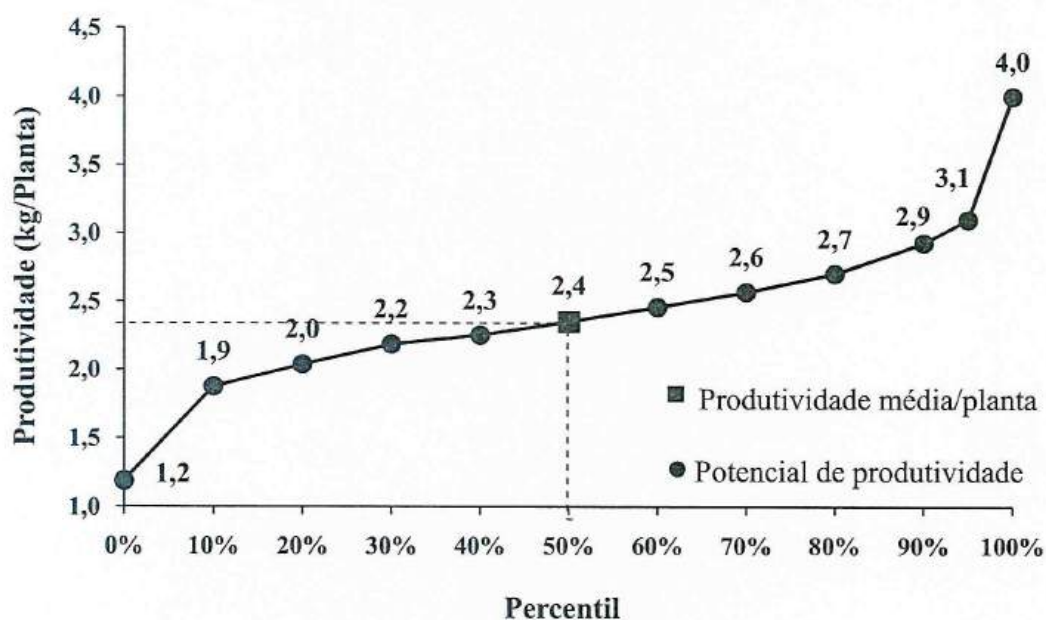


Fonte: Autor

As associações resultantes da similaridade do cruzamento da matriz de dados do lado esquerdo, particularmente janeiro e maio, apresentam os piores resultados de associações da variável peso, entre 1,0 e 1,5 (kg/fruto/planta). Pela análise de correspondência pode-se observar que entre todas as interações a produção foi mais expressiva no mês de novembro. A baixa associação obtidas nos meses de janeiro e maio são coincidentes com dados apresentados por Farias et al. (2011), e que afirmam ainda não se ter uma resposta definitiva quanto a todos os fatores envolvidos com relação às variações ao longo das safras de açaizeiros. O comportamento individual de cada estipe, juntamente com sua genética afeta o desenvolvimento de cachos e frutos em açaizeiros.

Assim, obtendo-se ao longo do período um peso médio 2,40 kg/fruto/planta, com 625 plantas/ha proporciona 12 toneladas de fruto/hectare ao longo de oito meses. Nas amostragens de produtividade de fruto, observou-se uma alta variabilidade na área de estudo (Figura 11).

FIGURA 11 - Distribuição de produtividade de açaizeiro irrigado, Moju - PA.



Fonte: Autor

A produção mostrou uma variação de 1,2 a 4,0 kg/fruto/planta, sendo que a média de produtividade foi de 2,4 kg/fruto/planta. Da produtividade total observada, 50% são representados por plantas com mais de 2,4 kg, e que determina que a atual

produtividade média alcançada na área de estudo poderá se superada, chegando até valores extremos de 4,0 kg/fruto/planta. Os valores extremos indicam que algumas plantas são capazes de superar a produtividade média, sugerindo-se que estas sejam mais bem avaliadas, pois podem fornecer melhores rendimentos para o produtor. Farias Neto et al. (2011), conseguiram ganhos genéticos de 22,76%, com a seleção de 20 melhores indivíduos.

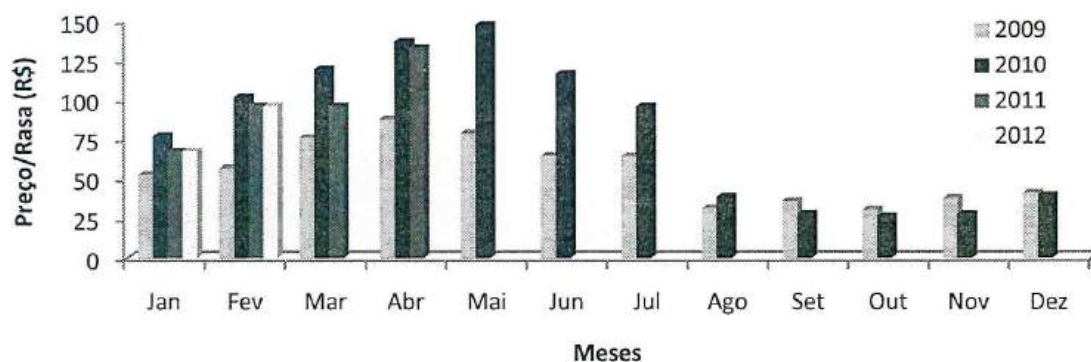
Com relação ao ganho econômico para o produtor, com a racionalização do cultivo e considerando-se o preço da rasa (28 kg) no mercado atacadista, o ganho ainda depende diretamente da entressafra (janeiro-julho), onde o preço da rasa, praticamente quadruplica. Na verdade, o produtor recebe, em geral, 25% do valor do produto vendido nos pontos atacadistas.

Uma análise do padrão sazonal dos preços médios de varejo de frutas do açaí, no período de janeiro de 2000 a maio de 2007, utilizou-se do modelo clássico multiplicativo de análise de séries temporais para identificar e isolar os efeitos da tendência, média móvel, sazonalidade e o ciclo dos preços. Os resultados mostraram que a sazonalidade dos preços de varejo do açaí apresentou comportamento padrão exibindo grande amplitude de variação entre os valores extremos alcançados na safra e na entressafra, o que indica risco e incerteza para os agentes da comercialização desses produtos (NOGUEIRA; SANTANA, 2009).

Dados de mercado recentes dos meses de janeiro e fevereiro de 2012 (Entressafra) mostram que o preço da rasa (28 kg) já alcançou o patamar de R\$ 101,00 (Figura 12), observa-se que o preço pode alcançar o patamar ocorrido no ano de 2011 onde o pico do valor obtido no mercado foi de R\$ 132,00 e que vem crescendo conforme se observa na figura abaixo (SAGRI, 2012).

Uma avaliação do valor bruto que o produtor deixa de obter por plantas que não expressaram sua máxima produtividade (percentil de 90% ou 2,9 kg), com uma diferença de pelo menos 0,5 kg/fruto/planta, totalizaria 156 kg em 0,5 ha (312 plantas). Isso equivale a um total de pelo menos 5,57 rasas. E considerando-se o valor de mercado atual (R\$ 101,00), se perde pelo menos R\$ 562,71, apenas em função da diferença de produtividade entre plantas.

FIGURA 12 - Variação de preço da rasa de açaí.



Fonte: SAGRI, 2012.

Segundo Campos et al. (2009), a normalidade dos dados não é uma exigência da geoestatística, é conveniente apenas que a distribuição não apresente caudas muito alongadas, o que poderia comprometer as estimativas da krigagem. Mais importante que a normalidade dos dados é a ocorrência do efeito proporcional em que a média e a variância dos dados não sejam constante na área de estudo, ou seja, ocorrência de estacionaridade de segunda ordem necessária ao uso da geoestatística, a qual pode ser observada pelos patamares bem definidos dos semivariogramas ajustados.

Com relação à análise geoestatística, observa-se nos dados da Tabela 6, os parâmetros dos modelos dos semivariogramas ajustados aos dados de peso de frutos e número de cachos maduros e que indicaram dependência espacial em todos os meses analisados, uma vez que nenhum deles apresentou efeito pepita puro, o que determinaria uma distribuição aleatória dos seus dados. Os semivariogramas ajustaram-se muito bem ao modelo esférico, exceção feita àqueles de julho e agosto para peso de frutos, que foram mais bem representados pelo modelo exponencial.

Os meses de julho a janeiro para número de cachos maduro se ajustaram, ao modelo esférico, a exceção foi o mês de maio que teve melhor determinação ao modelo linear, indicando que naquele mês o aumento da semivariância cresceu linearmente com a distância. Várias pesquisas indicam o modelo esférico como o mais adaptado para descrever o comportamento de semivariogramas de propriedades do solo e de plantas (SANCHEZ, et al., 2005; BIFFI; RAFAELI NETO, 2008; OLIVEIRA et al., 2009; SOUZA et al., 2010; GUEDES FILHO et al., 2010; VIEIRA et al., 2011).

Os semivariogramas foram definidos conforme melhor coeficiente de determinação (R^2) entre os dados originais e os dados estimados pelo semivariograma escolhido, técnica chamada de validação cruzada, conforme Farias et al.(2003). O alcance é parâmetro que permite identificar a distância limite da dependência ou continuidade espacial medida nas amostras. O alcance de dependência espacial no peso de frutos variou entre 14 a 45 m e para número de cachos entre 10 a 42 m.

Tabela 6 - Parâmetros dos semivariogramas ajustados das variáveis: Produção de frutos/planta, Número de cachos maduro/planta.

Produção de Frutos/planta								
Variável	Modelo	$C_0^{(1)}$	$C_1^{(2)}$	$a(m)^{(3)}$	R^2	$\alpha^{(4)}$	$k^{(5)}$	$\beta^{(6)}$
julho	Exp.	0,79	0,21	45	0,92	6359	0,79	Fraca
agosto	Exp.	0,65	0,15	33	0,89	3419	0,81	Fraca
setembro	Esf.	0,60	0,21	21	0,73	1385	0,74	Moderada
novembro	Esf.	0,39	0,25	14	0,98	615	0,60	Moderada
dezembro	Esf.	0,40	0,20	15	0,73	707	0,66	Moderada
janeiro	Esf.	0,30	0,30	17	0,98	907	0,50	Moderada
março	Esf.	0,20	0,20	24	0,82	1809	0,50	Moderada
maio	Esf.	0,06	0,35	16	0,98	804	0,14	Forte
Número de cachos maduro/planta								
Variável	Modelo	$C_0^{(1)}$	$C_1^{(2)}$	$a(m)^{(3)}$	R^2	$\alpha^{(4)}$	$k^{(5)}$	$\beta^{(6)}$
julho	Esf.	8,20	4,10	42	0,96	5539	66,60	Moderada
agosto	Esf.	7,00	4,00	15	0,89	707	63,70	Moderada
setembro	Esf.	2,00	8,70	14	0,98	615	60,00	Moderada
novembro	Esf.	1,00	3,75	17	0,74	907	42,00	Moderada
dezembro	Esf.	3,00	2,50	10	0,81	314	46,92	Moderada
janeiro	Esf.	1,60	3,80	13	0,62	531	63,66	Moderada
março	Esf.	2,20	4,60	16	0,78	804	58,40	Moderada
maio	Lin.	13,00	-	-	0,95	-	-	-

⁽¹⁾ Efeito pepita, ⁽²⁾ Contribuição, ⁽³⁾ Alcance. ⁽⁴⁾ Área ($\pi \cdot r^2$, $r = a$). ⁽⁵⁾ Índice k. ⁽⁶⁾

Dependência espacial. Exp. – Exponencial; Esf. – Esférico; Lin. – Linear.

O alcance fornece neste contexto, informações significativas para planejamento e avaliação experimental. Os valores do alcance da dependência espacial indicam a distância em que os pontos são similares entre si, no caso demonstrando o raio de agregação do peso de fruto em relação à distribuição espacial no campo, o valor α (Tabela 6), demonstra a área de influência de cada produção entre 615 a 6.359 m² para a peso de fruto e entre 615 e 5.539 m² para número de cachos maduro, essa informação mostra o quanto a variabilidade espacial está á presente em função do mês avaliado.

A variabilidade espacial da variável peso de fruto de açaí revelou que o seu semivariograma é de dependência espacial moderada, para as variáveis analisadas, principalmente nos meses de maior produção. Os autores justificam ainda que a dependência espacial deva estar associada às variações intrínsecas do conjunto de características do solo e da biologia da planta, já que o comportamento da planta está diretamente relacionado com as combinações das variáveis do solo. De acordo com o critério de Cambardella et al. (1994), isso demonstra que os semivariogramas explicam a maior parte da variância dos dados experimentais (Figura 13a e 13b).

Através dos modelos ajustados aos semivariogramas, foi possível realizar a estimação dos valores amostrados pelo método da krigagem para a construção dos mapas da produtividade, onde se observa as variabilidades espaciais ao longo do período de análise. Isso demonstra que os semivariogramas explicam a maior parte da variância dos dados experimentais com confiabilidade na estimativa (SOUZA et al, 2010 a). Quando o fenômeno em estudo revela diferentes padrões de dependência espacial, ou seja, apresenta uma variabilidade que não é a mesma em todas as direções, o fenômeno em estudo é chamado de anisotrópico.

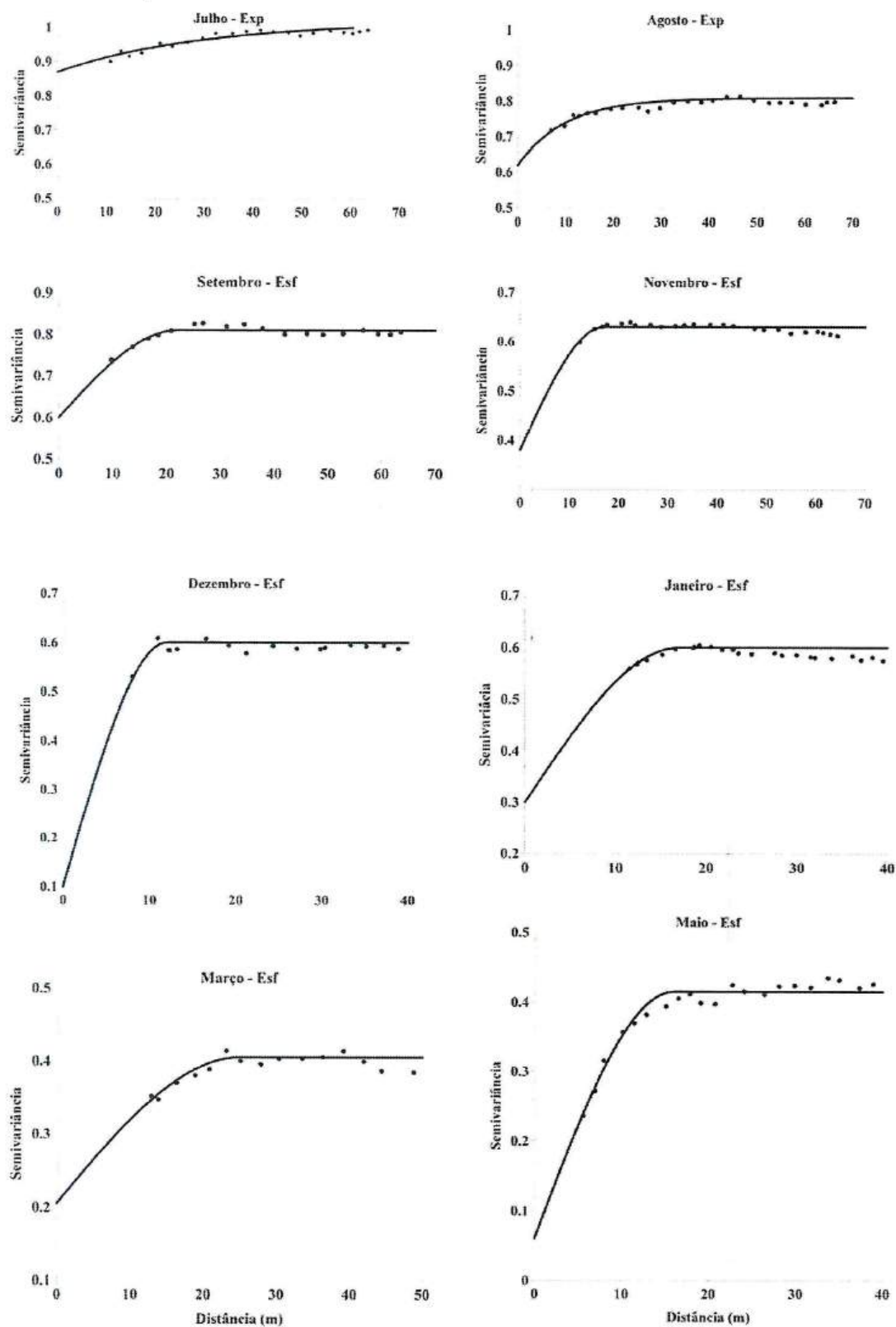
Segundo Clark (1979) e Guedes et al. (2008), a anisotropia é encontrada por meio de semivariogramas, que construídos em diferentes direções, revelam uma direção com um distinto padrão de dependência espacial. Na análise deste comportamento, praticamente todos os meses tiveram um comportamento anisotrópico.

Os parâmetros dos modelos ajustados para a variável (peso de fruto) foram utilizados para obter estimativas em locais não amostrados por krigagem, produzindo mapas de estimativas na área estudada através de isolinhas (Figura 14).

Pode-se visualizar que a irrigação, provavelmente, não foi o único fator responsável pela alta variabilidade de produção. Neste caso, se fosse somente o fator irrigação, o mapa apresentar-se-ia mais homogêneo quanto à produtividade. A representação gráfica mostra que outros fatores, como o tipo de solo, fertilidade, genética das plantas, podem influenciar na produtividade.

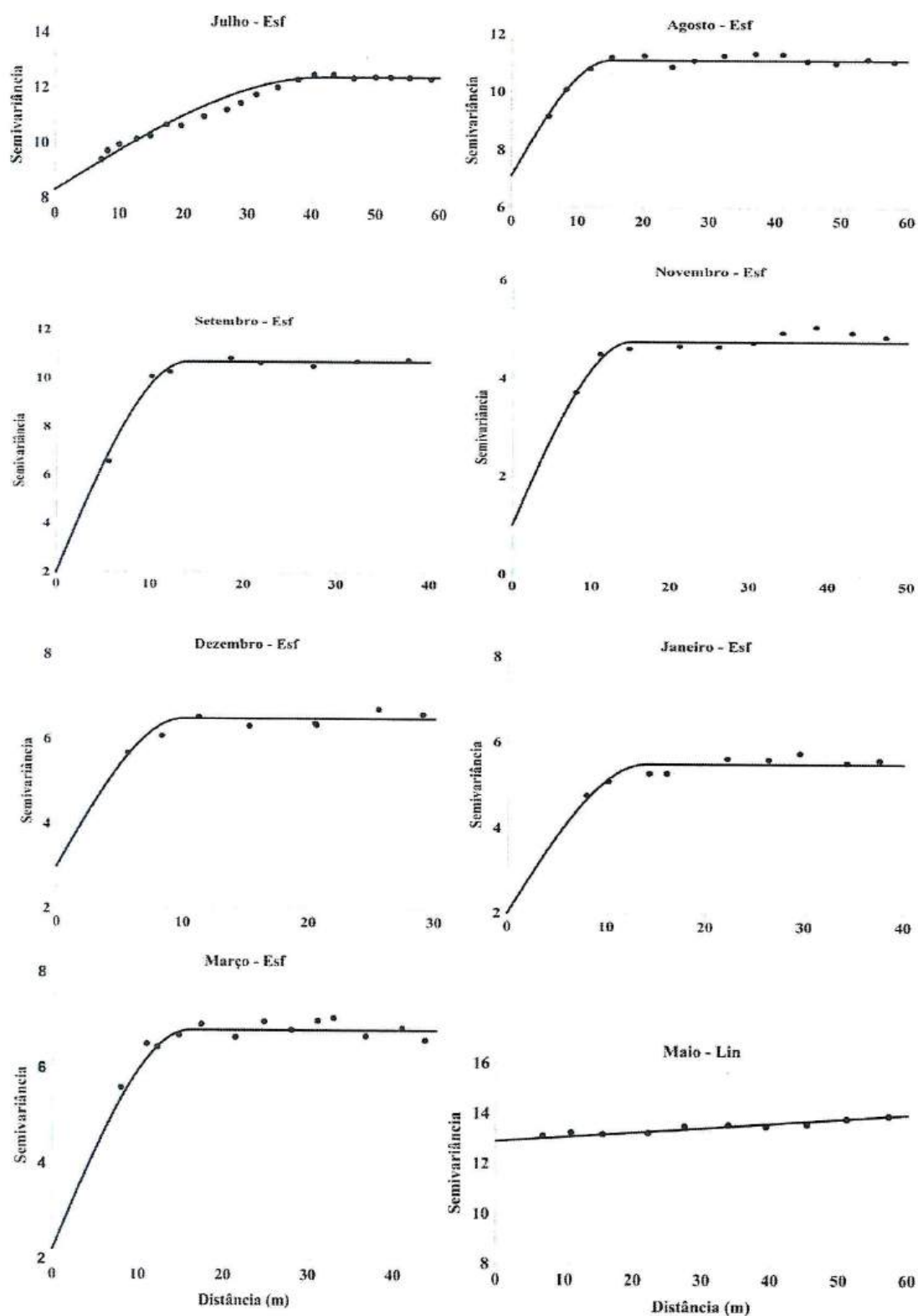
Para buscar-se maior compreensão do comportamento da variável peso de fruto e número de cacho, faz-se necessário um acompanhamento mais prolongado para mensurar-se a variabilidade temporal. Há necessidade de mais estudos com variáveis de solo e planta que melhor expliquem as relações de causa e efeito na variabilidade espacial dos atributos de produção em açaizeiros.

FIGURA 13a - Semivariogramas da variável peso de fruto (kg/fruto/planta) ajustados ao modelo exponencial e ao modelo esférico.



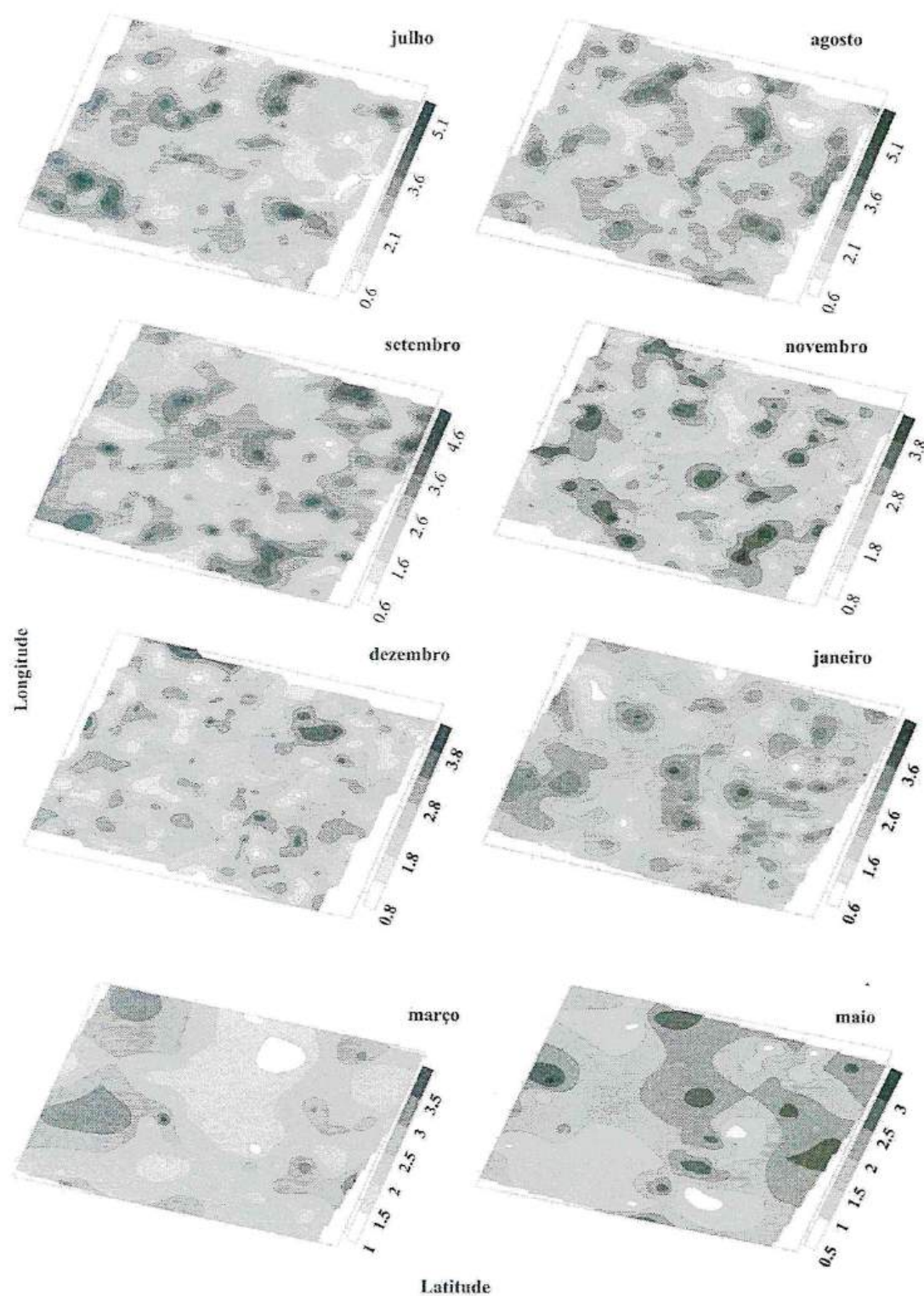
Fonte: Autor

FIGURA 13b - Semivariogramas da variável número de cacho por planta (Unidade/planta), ajustados ao modelo esférico e ao modelo linear.



Fonte: Autor

Figura 14 - Mapa de krigagem do atributo peso de fruto (kg/fruto/planta): Isolinhas indicam a variabilidade da produção das plantas, áreas em cores claras representam baixa produção e em cores escuras, elevada produção.



Fonte: Autor

4 CONCLUSÕES

- ✓ A maioria das variáveis analisadas apresentou moderadas dependências espaciais;
- ✓ O peso médio de frutos/planta observado variou entre 1,80 e 2,40 kg/fruto/planta;
- ✓ O número médio total de cachos produzidos foi de 4,00 e 7,00 e o número médio de cachos maduros produzidos entre de 1,00 e 2,00;
- ✓ Os mapas temáticos de produtividade mostram a variabilidade espacial da produtividade de frutos. O material genético das amostras analisadas pode ter interferido na máxima expressão da produção de frutos/planta;

5 REFERÊNCIAS

ALVES, W.W.A.; AZEVEDO, C.A.V.; DANTAS NETO, J.; MATOS, J.A.; SILVA, S.S.; Análise geoestatística da distribuição de água no solo, aplicada por sistema de irrigação por microaspersão. *Revista Caatinga*, 2011. Disponível em: <<http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=237117605019>>. Acesso em: 20 ago. 2011.

Açaizeiros na Amazônia: Disponível em: <http://www.amazoniairrigacao.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=49&Itemid=60>. Acesso em 24 dez. 2011.

AVILA, L.F.; MELLO, C.R.; SILVA, A.M. **Continuidade e distribuição espacial da umidade do solo em bacia hidrográfica da Serra da Mantiqueira.** *Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient.* v.14, n.12, p.1257-1266, 2010.

BANCO DA AMAZÔNIA- BASA. Amazônia: Ciência & Desenvolvimento / Banco da Amazônia. – Belém: Banco da Amazônia. 2006.

BERGEZ, J.E.; NOLLEAU, S. Maize grain yield variability between irrigation stands: a theoretical study. *Agri. Wat Man.* Amsterdam, v.60, n. 1, p. 43-57, 2003.

BERTINI, C.H.C.M.; ALMEIDA, W.S.; SILVA, A.P.M.; LIMA E SILVA, J.W.; TEÓFILO, E.M. **Análise multivariada e índice de seleção na identificação de genótipos superiores de feijão-caupi** *Acta Sci., Agron.* v.32, n.4, p. 613-619, 2010

BIFFI, L.J.; RAFAELI NETO, S.L. Comportamento espacial de variáveis agronômicas da maçã ‘Fuji’ durante dois anos de observações no planalto serrano de Santa Catarina. *Rev. bras. frutic. Jaboticabal.* v.30, n.4, p. 975-980, 2008.

BORSSOI, J.A.; URIBE-OPAZO, M.A.; GALEA, M. **Técnicas de diagnóstico de influência local na análise espacial da produtividade da soja.** *Eng. Agríc.*, v.31, n.2, p. 376-387, 2011.

BOVI, M.L.A.; GODOY JÚNIOR, G.; SÁES, L.A. Pesquisas com os gêneros *Euterpe* e *Bactris* Instituto Agronômico de Campinas. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM PALMITO, 1., Curitiba, 1987. **Anais...** Curitiba: Embrapa-CNPf, 1988. p. 1-43 (Embrapa-CNPf. Documentos, 19)

CAMBARDELLA, C.A.; MOORMAN, T.B.; NOVAK, J.M.; PARKIN, T.B.; KARLEN, D.L.; TURCO, R.F. & KONOPKA, A.E. Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.58, n.5, p. 1501-1511, 1994.

CAMPOS, M.C.C.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G.P.; SOUZA, Z.M.; MONTANARI, R. Planejamento agrícola e implantação de sistema de cultivo de cana-de-açúcar com auxílio de técnicas geoestatísticas. *Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient.*, v.13, n.3, p. 297-304, 2009.

CALBO, M.E.R; MORAES, J.A.P.V. **Efeitos da deficiência de água em plantas de *Euterpe oleracea* (açai)**. *Rev. Bras. Bot.* São Paulo. v.23, n. 32, 2000.

CASTRO, A. O extrativismo do Açaí na Amazônia central. In: Emperaire, L.(Ed.). *A floresta em jogo - o extrativismo na Amazônia Central*. Editora UNESP. São Paulo. p.129-138, 2000.

CIRANI, C.B.S.; MORAES, M.A.F.D. Inovação na indústria sucroalcooleira paulista: os determinantes da adoção das tecnologias de agricultura de precisão. *Rev. Econ. Sociol. Rural*, Piracicaba, v.48, n.4, p. 543-565, 2010.

CHILÈS, J.P.; DELFINER, P. *Geostatistics: modeling spatial uncertainty*. 2d. ed. New Jersey: John Wiley & Sons. Hooboken. 2012. p. 685.

CLARK, I. *Practical geostatistics*. London, Applied Science Publishers. 1979. 129 p.

CUNHA, F. F.; PORDEUS, R.V.; MARACAJÁ, P.B.; FREITAS, R.S.; MESQUITA, L.X. Manejo de microirrigação baseado em avaliação do sistema na cultura do meloeiro. *Revista Caatinga*, Mossoró, v.21, n. 3, p. 147-155, 2008.

DALCHIAVON, F.C.; CARVALHO, M.P.; FREDDI, O. S.; ANDREOTTI, M.; MONTANARI, R. **Variabilidade espacial da produtividade do feijoeiro correlacionada com atributos químicos de um Latossolo Vermelho Distroférico sob sistema de semeadura direta.** *Bragantia*, Campinas, v.70, n.4, p. 908-916, 2011.

DIGGLE, P.J.; RIBEIRO JUNIOR, P.J. Model-based geostatistics. New York, Springer. 2007. 230 p.

DIMENSTEIN, L.; FARIAS NETO, J. T. Dados preliminares para a produção de frutos em açaizeiros sob irrigação em terra firme no Estado do Pará. In: DIMENSTEIN, L.; FARIAS NETO, J.T. **Irrigação e fertirrigação em fruteiras.** Fortaleza: Instituto Frutal. 2008. 50 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Acai/SistemaProducaoAcai_2ed/paginas/sp3.htm>. 2006. Acesso em: 10 mar 2011.

FARIAS NETO, J.T.; RESENDE, M.D.V.D; OLIVEIRA, M.S.P.; NOGUEIRA, O.L.; FALCÃO, P.N.B.; SANTOS, N.S.A. Estimativas de parâmetros genéticos e ganhos de seleção em progênies de polinização aberta de açaizeiro. *Rev. Bras. Frutic.* Jaboticabal. v.30, n.4, p. 1051-1056, 2008.

FARIAS NETO, J.T.; RESENDE, M.D.V.; OLIVEIRA, M.S.P.; SANTOS, N.S.A.; CANUTO, E.L.; NOGUEIRA, O.L.; MÜLLER A. A. Avaliação genética de progênies de polinização aberta de açaí (*Euterpe oleracea*) e estimativas de parâmetros genéticos. *Rev. Bras. Frutic.* Jaboticabal, v.30 n.4, 2008.

FARIAS NETO, J.T.; LINS, P.M.P.; RESENDE, M.D.V.; MULLER, A.A. Seleção genética em progênies híbridas de coqueiro. *Rev. Bras. Frutic.* Jaboticabal, v.31, n.1, p. 190-196, 2009.

FARIAS NETO, J.T; RESENDE, M.D.V.; OLIVEIRA, M.S.P. Seleção simultânea em progênies de açaizeiro irrigado para produção e peso do fruto. *Rev. Bras. Frutic.*, Jaboticabal. v.33 n. 2, p. 532-539, 2011.

FARIAS NETO, J.T; VASCONCELOS, M.A.M. NOGUEIRA, A.K.M. Produção, processamento e mercado para a cultura do açaí./ João Tomé de Farias Neto, Marcus Arthur Marçal de Vasconcelos, Ana Karlla Magalhães Nogueira. – Fortaleza: Instituto Frutal. 2011a.

FARIAS, P.R.S.; NOCITI, L.A.S.; BARBOSA, J.C.; PERECIN, D. Agricultura de precisão: mapeamento da produtividade em pomares cítricos usando geoestatística. *Rev. Bras. Frutic.* Jaboticabal, v.25, n.2, p. 235-241, 2003.

FERREIRA, L.R.; VALLE, F.X.R; GOMIDE, R.T. Agricultura de precisão. Viçosa: UFV. 2000. 42 p.

FIEPA.Disponível em:<http://www.fiepa.org.br/index.php?option=com_content&view=article&id=237%3Afutastropicaisganhammaisespaconomercadointernacional&catid=36%3Aeconomia&Itemid=122&lang=pt> Acesso em: 10 jun 2011.

GUEDES FILHO, O.; VIEIRA, S.R.; CHIBA, M.K; GREGO, C.R. **Geostatistical analysis of crop yield maps in a long term no tillage system.** *Bragantia*, Campinas, v.69, supl., p. 9-18. 2010.

GUEDES, L.P.C.; URIBE-OPAZO, M.A.; JOHANN, J.A.; SOUZA, E.G. **Anisotropia no estudo da variabilidade espacial de algumas variáveis químicas do solo.** *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, v.32, n.6, p. 2217-2226, 2008.

HAAG, H.P; SILVA FILHO, N.L.; CARMELLO, Q.A.C. Carência de macronutrientes e de boro em plantas de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.). In:

CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 1992, São Paulo, SP. **Anais**. São Paulo: Instituto Florestal. 1992.

HAIR Jr., J.F.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R.L.; BLACK, W.C. *Análise Multivariada de Dados*. Porto Alegre: Bookman. 2005.

HO, R. *Handbook of Univariate and Multivariate Data Analysis and Interpretation with SPSS*. Boca Raton: Chapman e Hall. 2006.

HOMMA, A.K.O.; CARVALHO, J.E.U.; FARIAS NETO, J.T. de; MENEZES, A.J.E.A.; MATOS, G. B. **Custo operacional de açazeiro irrigado com microaspersão no município de Tomé-Açu**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2009. 5p. (Comunicado Técnico, 88).

HOMMA, A. K. O.; NICOLI, C. M. L.; MENEZES, A. J. E. A; MATOS, G. B.; CARVALHO, J. E. U.; NOGUEIRA, O. L. **Custo operacional de açazeiro irrigado no Nordeste Paraense**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental. 2006.

HOMMA, A.K.O; NOGUEIRA, O.L; MENEZES, A.J.E.A.; CARVALHO, J.E.U.; NICOLI, C.M.L; MATOS, G.B.;. **AÇAÍ: NOVOS DESAFIOS E TENDÊNCIAS**. Amazônia: Ci. & Desenv. Belém, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS – IBRAF:
<http://www.ibraf.org.br/estatisticas/est_processadas.asp> Acesso em: 09 dez. 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Censo Agropecuário 2009. Disponível em:
<<http://www.ibge.gov.br/home/mapasite/mapasite.php#download>>. Acesso em: 09 jul. 2011.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA - INPA Disponível em: Disponível em: < <http://www.inpa.gov.br/pupunha/revista/clement-intro.html> >. Acesso em: 11 jul. 2011.

INPI. INSTITUTO NACIONAL DE PROPRIEDADE INDUSTRIAL. Disponível em: <<http://www.inpi.gov.br/index.php/quem-somos/noticias/334-inpi-baterecordedepedidosdepatentesemarcasem2011>><http://www.inpi.gov.br/index.php/patente/e-patentes>>. Acesso em: 16 dez. 2011.

JARDIM, M.A.G. **Morfologia e ecologia do açaizeiro *Euterpe oleracea* Mart. e das etnovariedades espada e branco em ambientes de várzea do estuário amazônico.** Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Centro de Ciências Biológicas. 119 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Pará, Belém. 2000.

JOHNSON, R.A.; WICHERN, D.W. *Applied Multivariate Statistical Analysis*. 6.ed. Upper Saddle River: Pearson Education. 2007.

JONES, D.L. **Palms: throughout the world.** Washington: Smithsonian Institution. 1995.

JOURNEL, A. G.; HUIJBREGTS, C. J. *Mining geostatistics*. London: Academic Press, 1978.

LATTIN, J.; J.; CARROLL, D.; GREEN, P.E. *Análise de dados multivariados*. São Paulo: 1ª Ed. Ed. Cengage Learning, 2011. 475p.

KANG.J.; XIE, C.; LI, Z.; NAGARAJAN, S.; SCHAUSS, A.G.; WUB. T.; WUA, X. Flavonoids from acai (*Euterpeoleracea* Mart.) pulp and their antioxidant and anti-inflammatory activities. *Food Chemistry*. v.128, n. 1, p. 152 – 157, 2011.

KRIGE, D. G. A statistical approach to some basic mine evaluation problems on the Witwatersrand. *Journal of South African Institution of Minning and Mettallurgy*, Johannesburg, 1951.

LANDIM, P. M. B. **Análise estatística de dados geológicos**. São Paulo: Ed. Universidade Estadual Paulista. 1998.

LAMPARELLI, R.A.C., ROCHA, J.V., BORGHI, E. Geoprocessamento e Agricultura de Precisão. Ed. Agropecuária. 2001.

MALUCHE-BARETTA, C.R.D.; AMARANTE, C.V.T.; KLAUBERG FILHO, O. **Análise multivariada de atributos do solo em sistemas convencional e orgânico de produção de maçãs.** *Pesq. Agropec. Brás*, v.41, n.10, p. 1531-1539, 2006.

MANZATTO, C.V.; BHERING, S.B.; SIMÕES, M. Agricultura de precisão: propostas e ações da Embrapa solos. EMBRAPA Solos, 1999. Disponível na Internet. <http://www.cnps.embrapa.br/search/pesqs/proj01/proj01.html>. acesso em: 01 Out. 2011

MATHERON, G. Principles of geostatistics. Econ.Geol., Ottawa. 1963.

MATTIONI, N.M.; SCHUCH, L.O.B.; VILLELA, F.A. **Variabilidade espacial da produtividade e da qualidade das sementes de soja em um campo de produção.** *Rev. bras. sementes*, v.33, n.4, p. 608-615, 2011.

MELLO, J.M. 2004. *Geostatistics applied to forest inventory*. Tese de Doutorado, Escola Superior Luiz de Queiroz, Piracicaba-SP. 111 p. (In portuguese).

MENEZES, E.M.S.; TORRES, A.T.; SRUR, A.U.S. Nutritional value of açai pulp (*Euterpeoleraea* Mart.) liophylized. *Act. Amaz.* v.28, n. 2, p. 211 – 316, 2008

MINISTERIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA –MAPA. Exportações de Frutas em 2010. Disponível em: < www.agricultura.gov.br/vegetal/estatisticas >. Acesso em: mar. 2011.

MINITAB. Minitab for Windows [Minitab-Inc, USA] Versão 14.English Ink Copyright ©.2008.

MINGOTI, S.A. *Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada.* Belo Horizonte: Editora UFMG. 2005.

MOLIN, J.P.; MASCARIN, L.S.; VIEIRA JUNIOR, P.A. **Avaliação de intervenções em unidades de aplicação localizada de fertilizantes e de populações de milho.** *Eng. Agríc.*, Jaboticabal, v.26, n.2, p.528-536, 2006.

MOLIN, J.P.; MASCARIN, L.S. **Colheita de citros e obtenção de dados para mapeamento da produtividade.** *Eng. Agríc.*, Jaboticabal, v.27, n.1, p.259-266, 2007.

MIRANDA, N.O.; OLIVEIRA, T.S.; MEDEIROS, J.F.; LEVIEN, S.L.A. Causas da variação em produtividade e qualidade do melão em um Latossolo Vermelho-Amarelo fertirrigado. *Cienc. Rural.* v.36, n.2, 2006.

NASCIMENTO, W.M.O.; SILVA, W.R.; Comportamento fisiológico de sementes de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) submetidas à desidratação. *Rev. Bras. Frutic.* Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 349-351, 2005.

NOGUEIRA, A. K.M.; SANTANA, A.C. Análise de sazonalidade de preços de varejo de açaí, cupuaçu e bacaba no Estado do Pará. *Revista de Estudos Sociais* - ano 11, n. 21, v.1, 2009.

NOGUEIRA, O.L. Regeneração, manejo e exploração de açaizais nativos de várzea do estuário amazônico. 1997. 149 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal do Pará, Museu Paraense Emílio Goeldi, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Belém. 1997.

OLIVEIRA, M.S.P.; FARIAS NETO, J.T. Seleção massal em açaizeiro para a produção de frutos no estado do Pará. *Rev. cienc. agrar.*, Belém, n. 49, p.145-156, 2008.

OLIVEIRA, M.S.P.; FARIAS NETO, J.T.; Variação genética entre progênies de açaizeiro para caracteres de emergência. *Rev. Ciênc. Agr.* Belém, n. 45, p. 9-330, 2006.

OLIVEIRA, P.A.A.C.; **In natura açaí beverage: quality, pasteurization and acidification.** *Ciênc. Tecnol. Aliment.* Campinas, v. 31, n. 2. 2011.

OLIVEIRA, M.S.P.; FERNANDES, G.L.C. **Repetibilidade de caracteres do cacho de açaizeiro nas condições de Belém-PA.** *Rev. Bras. Frutic.* Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 613 – 616, 2001.

OLIVEIRA, P. C. G.; FARIAS, P.R.S.; LIMA, H.V; FERNANDES, A.R.; OLIVEIRA, F.A.; PITTA, J.D. **Variabilidade espacial de propriedades químicas do solo e da produtividade de citros na Amazônia Oriental.** *Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambiental*, v.13, n.6, p.708–715, 2009.

OLIVEIRA, M.S.P ; CARVALHO, J.E.U; NASCIMENTO, W.M.O.; MULLER, C.H. Cultivo do açaizeiro para produção de frutos. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental. 2002. (Comunicado Técnico, 26).

ORM, 2010. Preço do açaí sofre quinta alta consecutiva em 2010. Disponível em:<http://www.orm.com.br/2009/noticias/default.asp?id_noticia=474982&id_modulo=19> Acesso em 05 nov, 2010.

RAMOS, E. M. L. S., ALMEIDA, S. S., MELLO, M. N., PAMPLONA, V. M. S., GOMES, M. K. T. Atentado Violento ao Pudor, Ato Obsceno e Estupro, Ocorridos na Região Metropolitana de Belém. In: **Segurança Pública. Uma Abordagem Estatística e Computacional.** 1ª ed. Belém: Editora da UFPA, v.1, p. 17-26, 2008.

REICHERT, J.M.; DARIVA, T.A.; REINERT, D.J.; SILVA, V.R. Variabilidade espacial de Planossolo e produtividade de soja em várzea sistematizada: análise geoestatística e análise de regressão. *Ciênc. Rural*, v.38, p.981-988, 2008.

ROCHA, E. Potencial ecológico para o manejo de frutos de açaizeiro (*Euterpe precatoria* Mart.) em áreas extrativistas no Acre, Brasil. *Acta Amaz.*, v.34, n.2, p. 237-250, 2004.

ROGEZ, H.; POMPEU, D.R.; Akwie, S.N.T. ; LARONDELLE, Y. Sigmoidal kinetics of anthocyanin accumulation during fruit ripening: A comparison between açai fruits (Euterpeoleracea) and other anthocyanin-rich fruits. *Journal of Food Composition and Analysis*. v.24, n. 6, p. 796 – 800, 2011.

PEREIRA, E.A.; QUEIROZ, A.J.M.; FIGUEIREDO, R.M.F.; **Massa específica de suco de açai em função do teor de sólidos totais e da temperatura**. *Rev. Bras. de Eng. Agríc. e Ambient.* Campina grande. v.6, n. 3, p. 526 – 530. 2002.

QUEIROZ, D. M.; DIAS, G. P.; MANTOVANI, E. C. Agricultura de precisão na produção de grãos. In: BORÉM, A. B.; GIÚDICE, M. P.; QUEIROZ, D. M.; MANTOVANI, E. C.; FERREIRA, L. R.; VALLE, F. X. R.; GOMIDE, R. T. **Agricultura de precisão**. Viçosa: UFV, 2000.

SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA – SAGRI. Ev.ução da Produção agrícola do Estado do Pará de 2003 até 2012. Disponível em: <<http://www.sagri.pa.gov.br/?q=node/125>>. Acesso em 23 fev. 2012.

SANCHEZ, R. B. **Variabilidade espacial de atributos do solo e de fatores de erosão em diferentes pedoformas**. *Bragantia*. Campinas, v.68, n. 4, p. 1095 – 1103, 2009.

SANCHEZ, R.B.; MARQUES JUNIOR, J.; PEREIRA, G.T.; SOUZA, Z. M. Variabilidade espacial de propriedades de Latossolo e da produção de café em diferentes superfícies geomórficas. *Rev. bras. eng. agríc. ambient.* Campina Grande, v. 9, n. 4, 2005.

SANTOS, P.C; SANTANA, A.C; BARROS, P. L.C.; QUEIROZ, J.C.B.; VIEIRA, T.O. O emprego da geoestatística na determinação do tamanho "ótimo" de amostras aleatórias com vistas à obtenção de estimativas dos v.umes dos fustes de espécies florestais em Paragominas, Estado do Pará. *Acta Amaz.* v.41, n.2, p. 213-222, 2011.

SILVA, A.E; SILVA; L.H.M; PENA, R.S. Comportamento higroscópico do açai e cupuaçu em pó. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* Campinas, v.28, n. 4, p. 895 – 901, 2008.

SILVA, F.M. Variabilidade espacial de atributos químicos e da produtividade na cultura do café. *Ciência Rural*. Santa Maria, v.37, n. 2, p. 401 – 407, 2007.

SILVA, I. Produção de Briquetes Energéticos a partir de Caróços de Açaí. Brasil, 2002.

SODRÉ, J.B.; Morfologia das palmeiras como meio de identificação e uso paisagístico. 2005. 61p. Monografia (Especialização em Plantas Ornamentais e Paisagismo) - Universidade Federal de Lavras. Lavras – Minas Gerais. 2005.

SOUZA, Z.M.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G.T. Geoestatística e atributos do solo em áreas cultivadas com cana-de-açúcar. *Ciênc. Rural*. v.40, n.1, p. 48-56, 2010.

SOUZA, Z.M; CERRI, D.G.P.; COLET, M.J.; RODRIGUES, L.H.A; MAGALHÃES, P.S.G.; MANDONI, R.J.A. **Análise dos atributos do solo e da produtividade da cultura de cana-de-açúcar com o uso da geoestatística e árvore de decisão.** *Ciênc. Rural*. v. 40, n.4, p. 840-847, 2010a.

GOLDEN SOFTWARE. Surfer 8.0. Contouring and 3D surface mapping for scientist's and engineers. User's guide. Colorado: Golden Software, Inc. 2002.

VENDRUSCULO, L.G.; MAGALHAES, P.S.G.; VIEIRA, S.R.; CARVALHO, J.R.P. **Computational system for geostatistical analysis.** *Sci. agric*. Piracicaba, v.61, n.1, p.100-107, 2004.

VIÉGAS, I.J.M.; GONÇALVES, A.A.S.; FRAZÃO, D.A.C.; CONCEIÇÃO, H.E.O. Efeitos das omissões de macronutrientes e boro na sintomatologia e crescimento em plantas de açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.). *Rev. Ciênc. Agr.* Belém, n. 50, 2008.

VIEIRA, S. R.; HATFIELD, J. L.; NIELSEN, D. R.; BIGGAR, J. W. Geoestatistical theory and application to variability of some agronomical properties. *Hilgardia*, Berkeley, v. 51, n. 3, p. 1-75, 1983.

VIEIRA, S.R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In: Freitas, J. R. (Ed.). *Tópicos em Ciências do Solo*. v 1. Publicação da Sociedade Brasileira de Ciências do solo, Viçosa, Minas Gerais. 2000.

VIEIRA, S.R.; DECHEN, S.C.F.; SIQUEIRA, G.M.; DUFRANC, G. **Variabilidade espacial de atributos físicos e químicos relacionados com o estado de agregação de dois latossolos cultivados no sistema de semeadura direta.** *Bragantia*, Campinas, v. 70, n. 1, p.185-195, 2011.

VIEIRA, S. R.; HATFIELD, J. L.; NIELSEN, D. R.; BIGGAR, J. W. Geoestatistical theory and application to variability of some agronomical properties. *Hilgardia*, Berkeley, v. 51, n. 3, p. 1-75, 1983.

THYLÉN, L.; JURSCHIK, P., MURPHY, D.P.L. Improving the quality of yield data. In *Precision Agriculture*. Madison, 1999.

USPTO. Disponível em: http://tess2.uspto.gov/bin/showfield?f=toc&state=4006%3A8hsbh.1.1&p_search=search&p_L=50&BackReference=&p_plural=yes&p_s_PARA1=&p_tagrepl%7E%3A=PARA1%24LD&expr=PARA1+AND+PARA2&p_s_PARA2=a%E7a%ED&p_tagrepl%7E%3A=PARA2%24COMB&p_op_ALL=AND&a_default=search&a_search=Submit+Query. Acesso: dez. 2011.

WEIRICH NETO, P.H.; Borghi, E.; Sverzut, C.B.; Mantovani, E.C.; Gomide, R.L.; Newes, W.L.C. Análise multivariada da resistência do solo à penetração sob plantio direto. *Cienc. Rural*, v. 36, n.4, p. 1186-1192, 2006.

YANAI, A.E.; FARIA, L.I.L. Análise bibliométrica de patentes do fruto açaí (*Euterpe oleracea* Mart.). Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade – UFSCar. Países de origem das patentes. Disponível em: <http://www.ebbc.ufscar.br/trabalhos-aprovados/posteres-aprovados>. Acesso em: dez 2009.

YUYAMA, L.K.O. Caracterização físico-química do suco de açaí de *Euterpe precatoria* Mart. oriundo de diferentes ecossistemas amazônicos. *Acta Amaz.*, v.41, n.4, p. 545-552. 2011.

ZUCOLOTO, M.; LIMA, J.S.S.; COELHO, R.I. Correlação e variabilidade espacial de atributos químicos do solo e produção de bananeira 'Prata-Anã'. *Rev. Bras. Frutic.* Jaboticabal, v. 33, n.sp, p. 479-484, 2011.

