

FERRAMENTAS MATEMÁTICAS NA MODELAGEM: Um estudo da relação entre as precipitações pluviométricas na praia de Copacabana no Estado do Rio de Janeiro e a formação do preço do coco verde nas propriedades do Perímetro Irrigado de São Gonçalo-PB.

Lourival Antonio Simões de Farias*

Paulo Xavier Pamplona**

Nadflânia Duarte Meira***

Simone César de Farias****

Descartes Almeida Fontes*****

RESUMO

Há muito tempo a cultura do coco é explorada no Brasil, sendo o Nordeste a região que mais produz este fruto, porém o semiárido nordestino sempre sofreu com a questão da seca e outras características climáticas que dificultam o desenvolvimento agrícola da região, a exemplo da grande evapotranspiração, pouca reserva subterrânea de água, deficiência na gestão das águas, assoreamento dos mananciais, entre outros problemas. Não bastasse às dificuldades do clima, ver-se ainda a grande participação de atravessadores na compra do fruto do coqueiro direto ao produtor, o qual estabelece seu preço de compra baseado no valor pago pelos comerciantes dos grandes centros. Partindo da hipótese de que quando chove nas praias o movimento diminui, a venda do coco decresce e conseqüentemente essa demanda reduzida faz baixar os preços para o produtor no perímetro irrigado de São Gonçalo, Sousa-Paraíba, pretende-se demonstrar, através de ferramentas matemáticas, como gráfico de dispersão e regressão linear, a função que melhor se ajuste a esta relação, entre a variação pluviométrica média na praia de Copacabana no Estado do Rio de Janeiro, que é um dos maiores consumidores deste fruto paraibano, com o preço relatado em entrevista pelos produtores nos últimos 24 meses. Este artigo é parte integrante da dissertação de conclusão de Mestrado em Agroindústria e tem como objetivo entender a relação entre as chuvas no polo receptor do fruto e o preço pago pelos atravessadores ao produtor primário, além de visualizar, através de uma entrevista, todo o cenário de produção e de comportamento do produtor, visando uma futura agroindustrialização dos derivados do coco. A pesquisa justifica-se pelo fato de buscar comprovar a existência de uma dependência social e financeira que prende o produtor à obrigatoriedade de vender seu produto, sem ter a segurança de obtenção do preço justo. A pesquisa, para obter os preços de venda do coco, através de entrevista com os produtores, utilizou-se do vigésimo questionamento, utilizado no formulário elaborado para a dissertação que inspirou este artigo.

Palavras-Chave: Coco, Derivados, Seca, Agroindustrialização.

ABSTRACT

Coconut cultivation has long been exploited in Brazil, the Northeast being the region that produces the most fruit, but the northeastern semi-arid region has always suffered from drought and other climatic conditions that hamper agricultural development in the region, such as the great Evapotranspiration, low underground water reserves, deficiencies in water management, siltation of water sources, and other problems. It was not enough to the difficulties of the climate, to see also the great participation of middlemen in the purchase of the fruit of the coconut tree direct to the producer, which establishes its price of purchase based on the value paid by the merchants of the great centers. Starting from the hypothesis that when the rain falls on the beaches the movement decreases, the sale of the coconut decreases and consequently this reduced demand reduces the prices to the producer in the irrigated perimeter of São Gonçalo, Sousa-Paraíba, it is tried to demonstrate, through mathematical tools , As a plot of dispersion and linear regression, the function that best fits this relationship, between the average rainfall in Copacabana beach in the State of Rio de Janeiro, which is one of the largest consumers of this fruit from Paraíba, with the price reported in Producers in the last 24 months. This article is an integral part of the dissertation of conclusion of Master in Agroindustry and aims to understand the relationship between rainfall in the receiving pole of the fruit and the price paid by the producers to the primary producer, besides visualizing, through an interview, the entire scenario Production and behavior of the producer, aiming at a future agroindustrialization of coconut derivatives. The research is justified by the fact of seeking to prove the existence of a social and financial dependency that binds the producer to the obligation to sell his product, without having the security of obtaining the fair price. The research, to obtain the selling prices of the coconut, through an interview with the producers, was used the twenty questioning, used in the form elaborated for the dissertation that inspired this article.

Key words: Coco, Derivatives, Drought, Agro-industrialization.

1 INTRODUÇÃO

O Nordeste brasileiro possui características peculiares quanto à vegetação, relevo e principalmente ao clima, tópicos que contribuem para grandes estiagens, ou seja, longos períodos de seca. O clima, no Estado da Paraíba e principalmente na região em que se realiza

a pesquisa, é classificado como semiárido, que além de serem caracterizados pelas altas temperaturas, são marcados por chuvas irregulares o que muito prejudica o desenvolvimento da agricultura.

A última revisão da delimitação geográfica, para definição do semiárido brasileiro ocorreu em 2005, Silva (2010, p.24) demonstra as características básicas para delimitação do semiárido brasileiro:

A nova delimitação da área do semiárido brasileiro foi definida em 2005, pelo Grupo de Trabalho Interministerial (GTI) instalado em 2004, incumbido de redelimitar esse espaço geográfico. Para isso, foram adotados três critérios técnicos:

- I. precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 milímetros;
- II. Índice de aridez de até 0,5 calculado pelo balanço hídrico que relaciona as precipitações de chuvas e a evapotranspiração potencial, no período entre 1961 e 1990; e
- III. risco de seca maior que 60%, tomando-se por base o período entre 1970 e 1990.

O item I, por si só já reflete a instabilidade de precipitações na região estudada, visto que a evapotranspiração pode chegar a 3.000 mm/ano. Esse dado é ratificado por Malvezzi (2007, p.10) que diz: “No Semi-Árido brasileiro, a evaporação é de 3.000 mm/ano, três vezes maior do que a precipitação.”. Esse fato causa um desequilíbrio hídrico e evidencia, mais uma vez, que o modelo de armazenamento e gestão das águas deve ser revisto.

Tais características influenciam diretamente nas culturas exploradas pelos agricultores. Diante de tal informação observa-se a dificuldade destes agricultores em manter seus sítios de coco, hora pela dificuldade de água, hora pelos preços arbitrados pelos atravessadores, os quais muitas das vezes não cobrem sequer os custos da produção.

Em observância ao fato da grande oscilação dos preços mensais do fruto do coqueiro, na região do Perímetro Irrigado de São Gonçalo, Sousa-PB, optou-se neste artigo em vislumbrar qual a relação existente entre a pluviometria praieira (Copacabana) no Estado do Rio de Janeiro e o preço pago pelos atravessadores diretamente aos produtores rurais de São Gonçalo. Diante deste fato procura-se elaborar o gráfico de dispersão dos dados, calcular a média, mediana, moda e realizar uma regressão linear buscando uma função que melhor se adeque ou se ajuste aos dados encontrados.

No desenvolvimento da pesquisa, um formulário será utilizado para realização de entrevista junto aos produtores, buscando obter informações sobre o produtor, a propriedade e a cultura do coco. Para este artigo em especial, o qual visa retratar a problemática com ferramentas matemáticas de modelagem, será levado em consideração apenas o quesito de nº 20 do formulário, o qual relata os preços do fruto ao longo dos anos de 2012 e 2013. O restante do questionário estará perfeitamente disposto no escopo da Dissertação de Mestrado do mesmo autor deste artigo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A pesquisa aqui realizada possui uma característica quantitativa, quanto à abordagem do problema, visto que, pretende-se demonstrar, através de ferramentas matemáticas a relação existente entre as precipitações pluviométricas na praia de Copacabana no Estado do Rio de Janeiro e o preço pago pelos atravessadores, aos produtores de coco de São Gonçalo.

Foi utilizado, para o desenvolvimento desta pesquisa, ferramentas da matemática como: Moda, Média, Dispersão e Regressão Linear, além de softwares e aplicativos a exemplo do GeoGebra 4.4.8.0 e o Excel 2010.

Os dados referentes à pluviometria na praia de Copacabana, nos anos 2012 e 2013, foram colhidos através do site http://www0.rio.rj.gov.br/alertario/?page_id=139, que pertence ao Sistema Alerta Rio do Governo do Estado do Rio de Janeiro, enquanto que os dados pertinentes ao preço do coco foram colhidos *in loco*, diretamente em entrevista aos produtores, baseado na lembrança dos produtores e também em anotações, e até mesmo planilhas, que alguns deles mantem.

Partindo-se da hipótese de que quanto mais chove na praia, menos coco será vendido e conseqüentemente seu preço reduzirá, a pesquisa faz o confronto dos dados buscando provar que as variáveis estudadas são inversamente proporcionais.

2.1 Coleta de Dados

2.1.1 Pluviometria na Praia de Copacabana Estado do Rio de Janeiro

Acessando o site http://www0.rio.rj.gov.br/alertario/?page_id=139, obteve-se o conjunto de dados pluviométricos, referentes às precipitações específicas, acumuladas ao longo de cada mês, na praia de Copacabana, sendo esta região litorânea escolhida pela pesquisa por ser uma das praias mais populares e movimentadas do Brasil e um dos destinos mais citados pelos produtores.

Os dados encontrados foram:

Tabela 1: Dados Pluviométricos Mensais Estação Copacabana 2012

Nº	Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	Vidigal	123,0	10,0	53,0	139,4	136,4	197,6	78,6	16,0	104,8	102,4	92,4	29,2
2	Urca	151,8	8,4	59,0	94,0	98,0	105,6	41,0	18,2	110,4	75,2	78,0	24,6
3	Rocinha	150,0	11,4	81,4	158,6	204,2	354,4	101,0	14,4	124,4	102,8	147,8	34,4
4	Tijuca	180,0	14,4	91,0	100,8	99,6	147,8	46,6	20,6	124,6	74,4	119,8	28,2
5	Santa Teresa	171,0	14,4	87,8	72,0	91,8	115,2	37,4	11,8	110,2	76,0	104,2	23,6
6	Copacabana	162,8	3,0	32,4	131,0	114,4	189,0	59,4	16,2	99,4	54,0	95,8	22,4
7	Grajaú	176,8	19,0	87,2	96,4	78,2	87,6	38,8	13,8	125,4	60,8	80,2	30,0
8	Ilha do Governador	199,0	76,2	96,2	68,0	91,0	64,4	26,4	13,0	90,8	33,8	88,8	34,8

Fonte: http://www0.rio.rj.gov.br/alertario/?page_id=1454

Tabela 2: Dados Pluviométricos Mensais Estação Copacabana 2013

Nº	Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	Vidigal	298,0	57,0	182,4	96,8	135,8	85,2	118,2	34,2	94,2	72,8	159,6	164,6
2	Urca	256,4	60,4	155,6	40,4	132,0	45,6	83,2	16,0	66,6	77,0	114,0	144,6
3	Rocinha	402,0	70,6	251,0	105,2	230,0	132,8	214,6	74,4	130,8	100,8	190,4	198,6
4	Tijuca	353,8	83,4	358,0	85,0	169,2	42,6	171,8	22,2	75,0	88,8	138,4	221,0
5	Santa Teresa	304,2	83,4	210,6	73,2	149,0	37,0	133,0	18,8	62,6	78,0	133,0	210,2
6	Copacabana	192,2	47,6	125,6	50,6	119,0	42,6	90,4	17,0	72,4	93,0	124,6	144,2
7	Grajaú	383,4	100,4	283,6	74,0	95,0	31,6	85,6	24,6	66,0	78,4	122,2	260,8
8	Ilha do Governador	267,2	78,8	249,0	61,6	31,8	25,2	64,2	5,2	59,6	61,6	145,8	188,0

Fonte: http://www0.rio.rj.gov.br/alertario/?page_id=139

2.1.2 Preço do Coco Verde nas Propriedades do Perímetro Irrigado de São Gonçalo

Como relatado anteriormente, estes dados foram colhidos através de entrevistas realizadas *in loco* diretamente com os produtores do fruto do coqueiro, baseados em suas vendas, aos atravessadores, ao longo dos anos de 2012 e 2013, sendo que alguns deles possuem anotações e planilhas de suas vendas. Foram entrevistados 14 (quatorze) produtores, sendo que apenas 11 (onze) tiveram condições de relatar os valores, os quais venderam seus cocos no período estudado. Não foi levado em consideração, tamanho ou mesmo qualidade do

coco vendido, sendo a média entre os produtores o valor adotado para este estudo. Para facilitar o entendimento dos gráficos futuros, o preço do coco foi trabalhado em centavos.

Os dados colhidos foram:

Tabela 3: Preços (em centavos) de venda do Coco (Produtores 2012)

Produtor	jan/12	fev/12	mar/12	abr/12	mai/12	jun/12	jul/12	ago/12	set/12	out/12	nov/12	dez/12
I	30	90	60	40	40	40	65	90	60	60	50	80
II	35	95	80	60	50	40	45	85	60	60	50	75
III	25	100	65	60	50	40	55	85	60	55	45	70
IV	30	90	75	50	50	45	60	70	55	70	55	70
V	20	120	70	50	50	50	60	90	50	70	60	75
VI	35	95	80	50	50	35	50	90	50	65	60	65
VII	40	110	90	55	55	40	60	80	65	70	60	70
VIII	25	100	55	35	35	55	65	75	50	65	70	60
IX	40	100	70	60	55	40	50	75	60	70	70	75
X	35	95	70	40	40	35	60	80	60	55	65	65
XI	30	100	75	35	40	30	60	70	55	60	65	70

Fonte: Dados da Pesquisa 2014

Tabela 4: Preços (em centavos) de venda do Coco (Produtores 2013)

Produtor	jan/13	fev/13	mar/13	abr/13	mai/13	jun/13	jul/13	ago/13	set/13	out/13	nov/13	dez/13
I	25	70	55	60	50	75	45	90	65	60	60	60
II	35	75	50	40	40	80	45	85	70	70	60	60
III	35	65	40	65	50	65	55	90	65	65	50	50
IV	30	70	55	60	45	70	50	80	65	60	55	45
V	20	65	50	60	50	70	50	90	70	70	60	60
VI	35	75	60	55	50	75	50	90	70	70	60	60
VII	30	70	50	65	55	70	45	80	65	65	60	60
VIII	25	70	50	60	50	75	55	85	60	65	65	60
IX	30	70	50	50	55	70	50	90	65	60	60	55
X	35	60	40	40	50	75	50	80	65	65	65	65
XI	35	65	50	65	50	80	50	90	55	55	55	50

Fonte: Dados da Pesquisa 2014

2.2 Estatística Descritiva: Medidas de Localização ou Tendência Central

2.2.1 Média Aritmética Simples

Utilizar-se-á a média aritmética simples, no intuito de elaborar os gráficos futuros sem correr o risco de tender para mais ou para menos. Como todos os produtores estão localizados

na mesma região geográfica o que vai variar, em centavos, será o poder de negociação e provavelmente variáveis como: localização, distância ou acesso.

Piana et al (2009, p.38) afirma:

A média aritmética simples, representada por \bar{x} , é calculada considerando que todas as observações participam com o mesmo peso. Assim, para um conjunto de n observações. (x_1, x_2, \dots, x_n) , a média aritmética simples ou simplesmente média é definida por:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Então para os preços relatados pelos 11(onze) produtores em cada mês, dos anos de 2012 e 2013, será elaborada uma tabela com os valores médios, para um melhor entendimento veja como foi feita a média no primeiro mês de 2012:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{\sum_{i=1}^{11} x_i}{11} = \frac{30+35+25+30+20+25+40+25+40+35+30}{11} = \frac{345}{11} = \boxed{31,4}$$

Encontrou-se que a média aritmética, entre os preços revelados pelos 11 (onze) produtores, no mês janeiro de 2012 foi de 31,4 centavos. Esse mesmo procedimento foi realizado nos outros 23 meses seguintes até dezembro de 2013 obtendo-se as seguintes tabelas:

Tabela 5: Médias Aritméticas dos preços do Coco em 2012

jan/12	fev/12	mar/12	abr/12	mai/12	jun/12	jul/12	ago/12	set/12	out/12	nov/12	dez/12
31,4	99,5	71,8	48,6	46,8	40,9	57,3	80,9	56,8	63,6	59,1	70,5

Fonte: Dados da Pesquisa

Tabela 6: Médias Aritméticas dos preços do Coco em 2013

jan/13	fev/13	mar/13	abr/13	mai/13	jun/13	jul/13	ago/13	set/13	out/13	nov/13	dez/13
30,5	68,6	50,0	56,4	49,5	73,2	49,5	86,4	65,0	64,1	59,1	56,8

Fonte: Dados da Pesquisa

Adotou-se, como se trata de centavos, um arredondamento de uma casa decimal após a vírgula.

Já a pluviometria teve média aritmética calculada de 81,7 mm em 2012 e de 93,3 mm em 2013.

2.2.2 Mediana

Consiste no valor que separa o conjunto de dados ao meio, por tanto metade fica acima da mediana e a outra metade fica abaixo da mediana. Em seu livro de Estatística Básica, Piana et al (2009, p.41) revela:

A mediana, representada por Md, é a medida que divide um conjunto de dados ordenado em duas partes iguais: 50% dos valores ficam abaixo e 50% ficam acima da mediana. Existem dois casos diferentes para o cálculo da mediana, mas em ambos o primeiro passo a ser tomado é a ordenação dos dados.

Os autores revelam que existem duas maneiras de se calcular a mediana, dependendo do número de dados utilizados: Se a quantidade de dados for ímpar, o número que dividir a sequência por igual será a mediana, ex: (1,2,4,5,9) neste caso o nº 4 divide ao meio a sequência ordenada e será a sua mediana. Porém se o número de dados for par, existirão dois números que dividiram a sequência ordenada ex: (1,2,4,5,8,9) neste caso o 4 e o 5 estarão dividindo os dados, sendo assim, tirasse a média aritmética dos dois números: $(4+5)/2 = 9/2 = 4,5$. A mediana desta sequência será 4,5.

No caso desta pesquisa será utilizado o Excel 2010, o qual possui um comando, chamado de MED, que fornece a mediana automaticamente. Deve-se colocar: =MED(célula inicial: célula final) e o programa gera o valor da mediana. Nas tabelas abaixo ver-se as medianas da pluviometria de Copacabana e do preço do coco em São Gonçalo:

Tabela 7: Mediana da Pluviometria nos anos de 2012 e 2013

jan/12	fev/12	mar/12	abr/12	mai/12	jun/12	jul/12	ago/12	set/12	out/12	nov/12	dez/12	Mediana 2012
162,8	3	32,4	131	114,4	189	59,4	16,2	99,4	54	95,8	22,4	77,6
jan/13	fev/13	mar/13	abr/13	mai/13	jun/13	jul/13	ago/13	set/13	out/13	nov/13	dez/13	Mediana
192,2	47,6	125,6	50,6	119	42,6	90,4	17	72,4	93	124,6	144,2	91,7

Fonte: Dados da Pesquisa – Excel 2010

Tabela 8: Medianas dos preços mensais do Coco em 2012 e 2013

	jan/12	fev/12	mar/12	abr/12	mai/12	jun/12	jul/12	ago/12	set/12	out/12	nov/12	dez/12
Medianas	30	100	70	50	50	40	60	80	60	65	60	70
	jan/13	fev/13	mar/13	abr/13	mai/13	jun/13	jul/13	ago/13	set/13	out/13	nov/13	dez/13
Medianas	30	70	50	60	50	75	50	90	65	65	60	60

Fonte: Fonte: Dados da Pesquisa – Excel 2010

2.2.3 Moda

A moda é uma medida de localização, que contempla o dado que mais se repete em um conjunto de informações, ex: (1,3,3,4,5,5,5,5,6,5,7) ver-se que o número que mais se repete é o nº 5, sendo ele considerado a moda deste conjunto de dados. Porém essa medida é a única que pode não existir (amodal) ou pode não ser única (bimodal).

Para este artigo, teremos um conjunto de dados amodal, que seria as informações referentes à pluviometria, que por sua precisão numérica dificilmente se repetem exatamente. Já os dados dos preços mensais do coco no decorrer dos anos de 2012 e 2013, foram dados mais concretos, tendo uma grande possibilidade de se repetirem. Ver-se agora, como ficou o cálculo da moda nos dados referentes ao preço do coco:

Tabela 9: Moda dos dados referentes ao preço do coco em 2012 e 2013

	jan/12	fev/12	mar/12	abr/12	mai/12	jun/12	jul/12	ago/12	set/12	out/12	nov/12	dez/12
Moda	30	100	70	60	50	40	60	90	60	70	60	70
	jan/13	fev/13	mar/13	abr/13	mai/13	jun/13	jul/13	ago/13	set/13	out/13	nov/13	dez/13
Moda	35	70	50	60	50	75	50	90	65	65	60	60

Fonte: Dados da Pesquisa – Excel 2010

Para encontrar o valor da moda no Excel, digita-se: ==**MODO.MULT(B5:B15)** (célula inicial: célula final) e o programa gera o valor da moda.

2.3 Estatística Descritiva: Gráfico de Dispersão

O estudo em questão visa neste momento confrontar os dados encontrados e lançá-los em um gráfico de dispersão. Para tal, as tabelas a seguir dispõem os dados de forma que os mesmos possam ser cruzados:

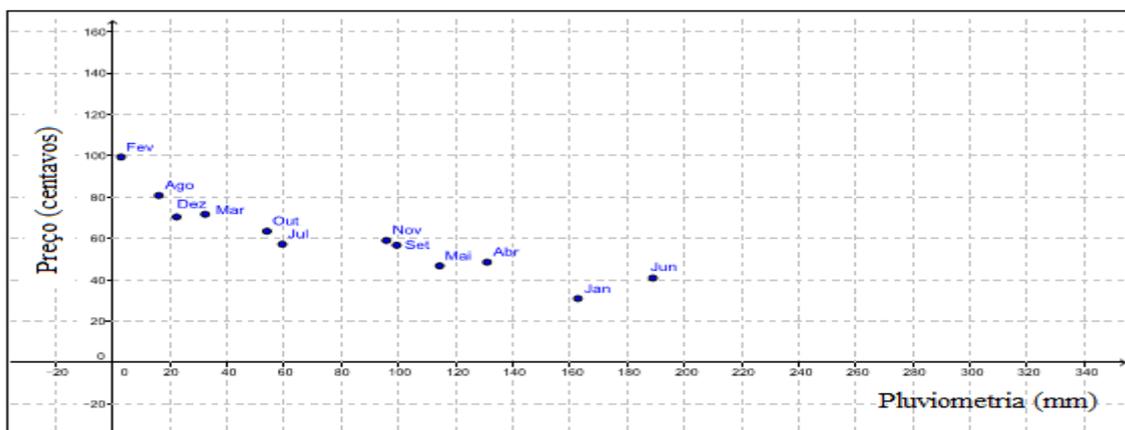
Tabela 10: Pluviometria em mm x Preço Médio Aritmético (em Centavos) 2012

	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Precipitação Pluviométrica-Copacabana 2012 em mm	162,8	3	32,4	131	114,4	189	59,4	16,2	99,4	54	95,8	22,4
Preço do Coco direto ao produtor em centavos	31	99,5	71,8	48,6	46,8	40,9	57,3	80,9	56,8	63,6	59,1	70,5

Fonte: Dados da Pesquisa 2014 – Excel 2010

Ver-se agora, os dados dispostos no Gráfico de dispersão:

Gráfico 1: Dispersão da Pluviometria (em mm) x Preço Médio Aritmético (em Centavos) 2012



Fonte: Dados da Pesquisa 2014 – GeoGebra 4.4.0.8

Para uma maior credibilidade do trabalho, o mesmo procedimento foi feito com dados de 2013:

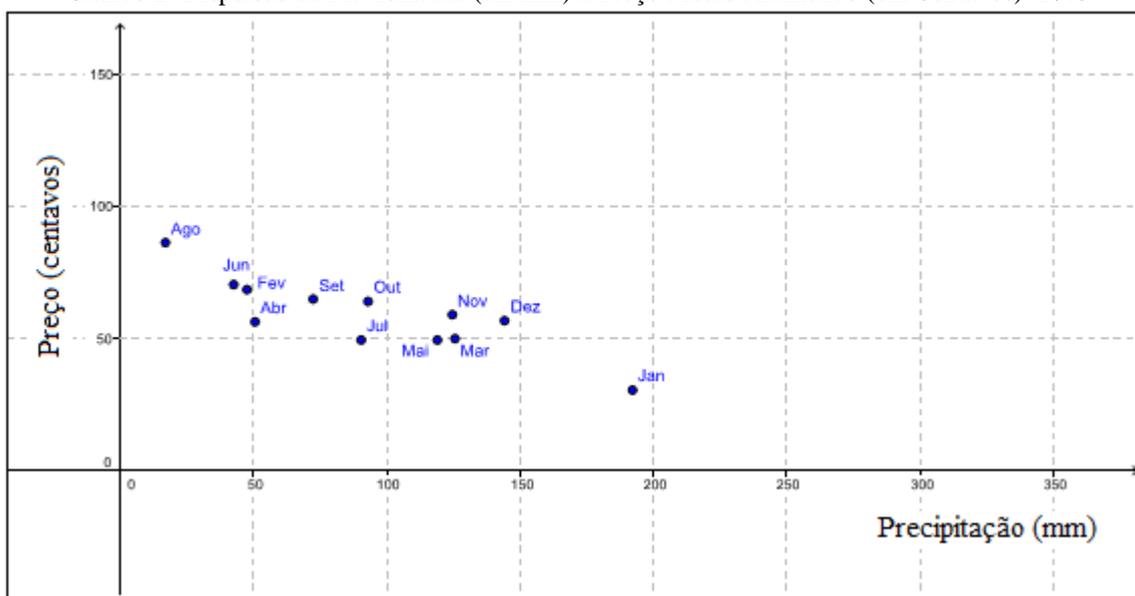
Tabela 11: Pluviometria em mm x Preço Médio Aritmético (em Centavos) 2013

	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Precipitação Pluviométrica-Copacabana 2013 em mm	192,2	47,6	125,6	50,6	119	42,6	90,4	17	72,4	93	124,6	144,2
Preço do Coco direto ao produtor em centavos	30,5	68,6	50	56,4	49,5	70,5	49,5	86,4	65	64,1	59,1	56,8

Fonte: Dados da Pesquisa 2014 – Excel 2010

Agora exibindo os dados de 2013, no gráfico de dispersão:

Gráfico 2: Dispersão da Pluviometria (em mm) x Preço Médio Aritmético (em Centavos) 2013



Fonte: Dados da Pesquisa 2014 – GeoGebra 4.4.0.8

3 RESULTADOS

3.1 Regressão Linear

Para iniciar a regressão linear, que consiste em encontrar uma função que represente a tendência geral de ocorrência dos dados, utilizar-se-á todos os dados desde janeiro de 2012 até dezembro de 2013, em forma de pares ordenados com a seguinte codificação:

Tabela 12: Pares Ordenados – Acima Pluviometria e Abaixo Preço

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
162,8	3	32,4	131	114,4	189	59,4	16,2	99,4	54	95,8	22,4
31	99,5	71,8	48,6	46,8	40,9	57,3	80,9	56,8	63,6	59,1	70,5
M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	X	Z
192,2	47,6	125,6	50,6	119	42,6	90,4	17	72,4	93	124,6	144,2
30,5	68,6	50	56,4	49,5	70,5	49,5	86,4	65	64,1	59,1	56,8

Fonte: Dados da Pesquisa-Excel 2010.

Para realizarmos a regressão linear o primeiro passo é encontrar as seguintes incógnitas:

$$\sum_{k=1}^{24} x_k^2 = x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + x_4^2 + x_5^2 + x_6^2 \dots + x_{24}^2 = 251987$$

$$\sum_{k=1}^{24} x_k = x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 \dots + x_{24} = 2099$$

$$\sum_{k=1}^{24} x_k y_k = x_1 y_1 + x_2 y_2 + x_3 y_3 + x_4 y_4 + x_5 y_5 + x_6 y_6 \dots + x_{24} y_{24} = 107478$$

$$\sum_{k=1}^{24} y_k = y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5 + y_6 \dots + y_{24} = 1433$$

$$\begin{cases} \left(\sum_{k=1}^m x_k^2 \right) a + \left(\sum_{k=1}^m x_k \right) b = \left(\sum_{k=1}^m x_k y_k \right) \\ \left(\sum_{k=1}^m x_k \right) a + (m) b = \left(\sum_{k=1}^m y_k \right) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 251987 a + 2099 b = 107478 \\ 2099 a + 24 b = 1433 \end{cases}$$

Utilizando-se de uma calculadora *on-line*, disponível no site: <http://www.calculadoraonline.com.br/sistemas-lineares>, consegue-se encontrar os valores de “a” e “b” da equação linear que melhor expressa o comportamento dos dados.

Equação 1:

Equação 2:

$$b = \frac{135501049}{1641887}, a = -\frac{428395}{1641887}$$

A função que ajusta os pontos é: $f(x) = -428395 \times \frac{1}{1641887} + \frac{135501049}{1641887}$

3.1.1 Restrições

Neste trabalho achou-se pertinente colocar algumas restrições, visando justamente, evitar dados que expressem fatos equivocados, como por exemplo: encontrar coco com o preço zero ou então chuvas de expressões pluviométricas exageradas. Para tanto se fixou, como restrição à equação, os seguintes dados:

Para a Pluviometria (mm)

$$X \geq 3$$

$$X \leq 200$$

Para o Preço Médio do Coco (centavos)

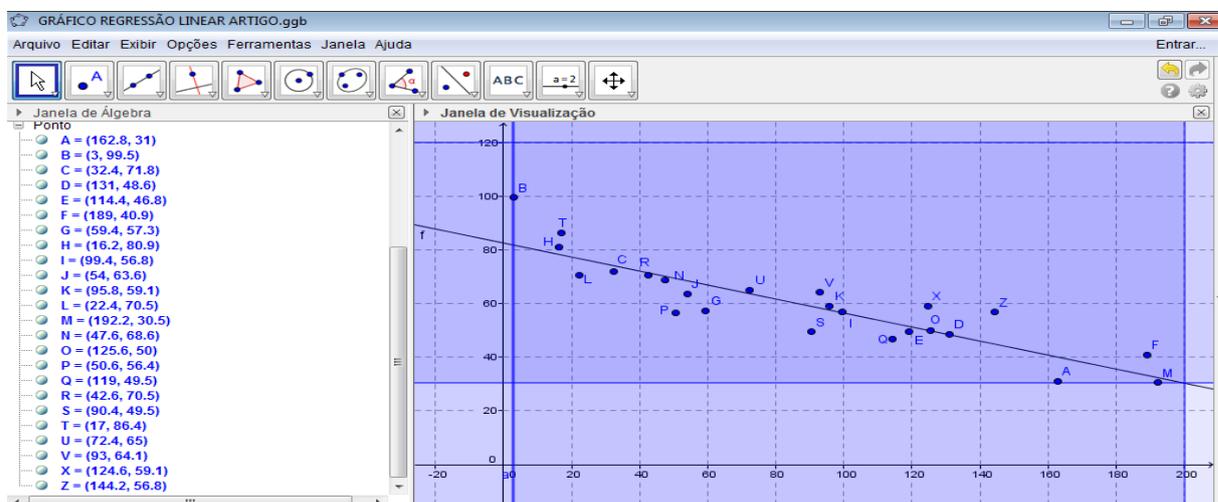
$$Y \geq 30,5$$

$$Y \leq 120$$

3.1.2 Gráfico de Dispersão Final

O gráfico de dispersão, que demonstra o ajuste dos pontos através da função linear acima, evidencia o confronto, entre os 24 (vinte e quatro) pares ordenados e a equação linear ideal encontrada:

Gráfico 3: Dispersão dos 24 pares ordenados



Fonte: GeoGebra 4.4.8.0

Portanto, para a previsão de qualquer valor do preço do coco em relação à pluviometria da praia de Copacabana no Rio de Janeiro, desde que respeitando as restrições (área mais azulada do gráfico) é só inserir o valor pluviométrico previsto no GeoGebra e o programa lhe fornecerá o provável preço médio do coco no Perímetro irrigado de São Gonçalo, em observância aos dados de 2012 e 2013.

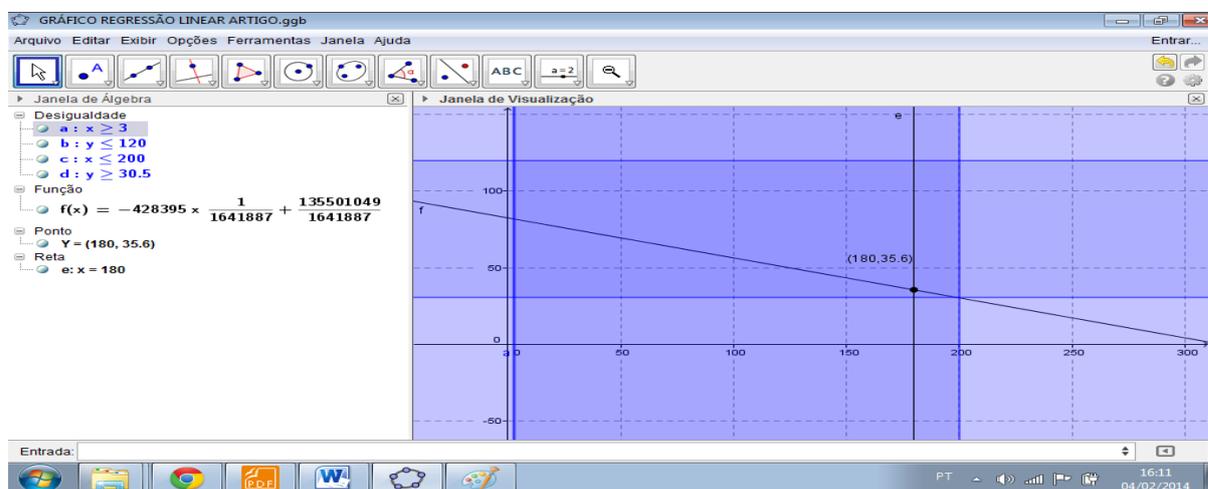
Por exemplo:

Existe uma previsão de que em maio de 2014 choverá em torno de 180 mm na Praia de Copacabana no Rio de Janeiro, qual será o preço médio do coco que será comprado ao produtor no Perímetro irrigado de São Gonçalo.

Para a resolução do problema de Modelagem proposto acima, abrir-se-á o software do Geogebra e em seguida o arquivo da regressão realizada. Feito isto é só inserir o valor $x=180$ que o programa automaticamente fornecerá o valor de y e também a localização do ponto no gráfico da função de regressão linear produzida anteriormente.

Veja o gráfico:

Gráfico 4: Resolução do problema proposto.



Fonte: GeoGebra 4.4.8.0

Observou-se que quando chover no mês de maio a média de 180 mm, ter-se-á um preço médio do coco, no perímetro irrigado de São Gonçalo de 35,6 centavos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O artigo exposto conseguiu comprovar a hipótese sugerida, visto que atestou que existe relação entre a pluviometria na praia do Rio de Janeiro e os preços pagos aos produtores de coco do Perímetro Irrigado de São Gonçalo, levando em consideração os anos estudados de 2012 e 2013. A relação devidamente exposta no estudo trata-se de dados inversamente proporcionais, ou seja, quanto mais chove na praia de Copacabana-RJ, o preço médio do coco decresce no sertão da Paraíba e vice-versa.

A regressão linear conseguiu produzir uma função que permite ajustar os dados e fornecer previsões futuras, desde que se tenha a previsão do tempo e se faça os devidos cálculos matemáticos. Porém a ideia, que constitui o pensamento desta pesquisa, é aumentar os estudos para proporcionar ao homem do sertão nordestino, melhor dizendo, ao produtor de coco do semiárido paraibano, condições de agroindustrializar esse fruto tão rico em derivados, a exemplo da água, do leite, do ralado, do óleo, da casca etc. para que o mesmo não fique refém de um comércio com grande número de atravessadores, e que os preços quase sempre não satisfazem as necessidades básicas da cultura do coco.

Para reforço deste trabalho, a dissertação que lhe deu origem ampliará a pesquisa com a introdução dos mesmos dados do preço do coco em relação à pluviometria de outra praia só que agora no Estado de São Paulo, buscando comprovar a similaridade de resultados. Acontecendo este fenômeno estudar-se-á a melhor forma de agroindustrializar os derivados deste fruto, o qual o nordeste é referência em sua produção.

REFERÊNCIAS

MALVEZZI, Roberto. **Semi- árido - uma visão holística.** – Brasília: Confea, 2007.140p. – (Pensar Brasil).

PIANA, Clause Fátima de Brum; Machado, Amauri de Almeida; SELAU. Lisiane Priscila Roldão Estatística Básica. Versão Preliminar. Universidade Federal de Pelotas- Instituto de Física e Matemática-Departamento de Matemática e Estatística. Pelotas, 2009.

SILVA, Osias pereira da. **A Exclusão social no semiárido brasileiro.** UFC – Universidade Federal do Ceará- Pró-Reitoria de Graduação. Monografia. Curso de Ciências Econômicas. Fortaleza. 2010.

Sites:

<http://www.calculadoraonline.com.br/sistemas-lineares>. Acessado em 10 de Janeiro de 2014, às 14:00 horas.

http://www0.rio.rj.gov.br/alertario/?page_id=139. Sistema Alerta Rio do Governo do Estado do Rio de Janeiro. Acessado em 03 de Janeiro de 2014, às 10:00 horas.