

**MODELO ALOMÉTRICO  
PARA PREDIÇÃO DE  
CARBONO EM AÇAIZEIRO  
CULTIVADO EM TERRA  
FIRME VIA ANÁLISE DE  
REGRESSÃO**

**ALLOMETRIC MODEL FOR PREDICTING CARBON IN AÇAÍ PALMS GROWN  
ON DRY LAND VIA REGRESSION ANALYSIS**

Ciências Agrárias • 29/03/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/774830037](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/774830037)

---

Ernesto da Silva Pires<sup>1</sup>

Rubens de Oliveira Meireles<sup>2</sup>

Francisco Carlos Almeida de Souza<sup>3</sup>

Ricardo Augusto Martins Cordeiro<sup>4</sup>

André Luiz Pereira da Silva<sup>5</sup>

Welliton de Lima Sena<sup>6</sup>

---

## RESUMO

O mercado de carbono surge como uma grande oportunidade para os produtores de açazeiros, a medida que créditos de C já estão sendo negociados. Os métodos para quantificar o carbono nos agroecossistemas geralmente são os métodos destrutivos, fator este que motiva trabalhos que possa quantificar o teor de C por métodos não destrutivos. Assim este trabalho objetivou demonstrar um método para a construção de um modelo de regressão para determinar a quantidade de carbono total de açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) acima do nível do solo, em função de características alométricas de fácil obtenção em campo, como a Circunferência à altura do peito (CAP), Altura total (AT) e Tamanho do cacho (TC). O modelo matemático alométrico foi determinado utilizando-se a técnica estatística multivariada. Foi ajustado um modelo de Regressão Linear Simples ( $y = -44483x^3 + 51617x^2 - 19728x + 2503,2$ ). Para a recomendação do modelo matemático sugerido no presente trabalho, foi avaliado além do coeficiente de explicação ( $R^2$ ), outros atributos que constituem o modelo, como Teste F, Significância, Erro padrão ( $S_{xy}$ ) e Variância, a fim de deixá-lo mais confiável para futuras estimações de C nas plantas de açazeiros. O modelo determinado apresentou-se de fácil interpretação e utilização, usando-se um fator e proporcionando um bom ajuste ( $R^2$  acima de 70%) aos dados e uma boa capacidade preditiva. O modelo atendeu a todas as suposições teóricas para sua existência e utilização, sendo possível recomendá-lo para futuras estimações.

**Palavras-chave:** Carbono, Açáí, Agronomia, modelos.

## ABSTRACT

The carbon market emerges as a great opportunity for açáí palm producers, as C credits are already being traded. Methods for quantifying carbon in agroecosystems are generally destructive, a

factor that motivates research that can quantify C content using non-destructive methods. Thus, this work aimed to demonstrate a method for constructing a regression model to determine the amount of total carbon in açai palms (*Euterpe oleracea* Mart.) above ground level, as a function of allometric characteristics easily obtained in the field, such as circumference at breast height (CBH), total height (TH), and bunch size (BS). The allometric mathematical model was determined using multivariate statistical techniques. A simple linear regression model was fitted ( $y = -44483x^3 + 51617x^2 - 19728x + 2503.2$ ). For the recommendation of the mathematical model suggested in this work, in addition to the coefficient of determination ( $R^2$ ), other attributes that constitute the model were evaluated, such as the F-test, significance, standard error ( $S_{xy}$ ), and variance, in order to make it more reliable for future estimations of carbon (C) in açai palm plants. The determined model proved to be easy to interpret and use, using one factor and providing a good fit ( $R^2$  above 70%) to the data and good predictive capacity. The model met all the theoretical assumptions for its existence and use, making it possible to recommend it for future estimations.

**Keywords:** Carbon, Açai, Agronomy, models.

## 1. INTRODUÇÃO

O açazeiro é uma espécie nativa da Amazônia, encontrado principalmente nas margens dos rios Pará, Tocantins e Amazonas. Até a década de 1990 açazeiro não despertava tanto interesse das indústrias. No entanto, se constituía como base da alimentação de muitos ribeirinhos. A produção desse fruto é antiga, desde o período Pré-Colombiano já existia exploração da bebida e consumo. (FARIAS NETO et al., 2010). Essa frutífera, por ser uma cultura que, há décadas era considerada extrativista, pouco estimulou pesquisadores a

desenvolver pesquisas sobre o açazeiro. Desta forma, a partir da década de 1990, com descobertas de que o açaí possui elementos antioxidantes, como as antocianinas, que melhoram a saúde humana, impulsionando o aumento da demanda de produtores querendo implantar esta cultura em terra-firme (CIPRIANO, 2011).

Devido vasta ocorrência no Estuário Amazônico o açazeiro recebe algumas denominações como Açaí-do-Pará, açaí-do-baixo Amazonas, açaí-de-touceira, açaí-de-planta e açaí-verdadeiro, o açazeiro pode ser considerado como a espécie mais importante do gênero *Euterpe*. É utilizado de inúmeras formas: como planta ornamental (paisagismo); na construção rústica (de casas e pontes); como remédio (vermífugo e antidiarreico); na produção de celulose (papel Kraft); na alimentação (polpa processada e palmito); na confecção de biojóias (colares, pulseiras etc.); ração animal; adubo; etc. Contudo, sua importância econômica, social e cultural está centrada na produção de frutos e palmito. (OLIVEIRA et al., 2007).

A partir de 1990 o açaí foi gradativamente conquistando novos mercados, e a produção que provinha apenas do extrativismo passou a ser cultivada. O crescimento do mercado que transcendeu ao mercado interno, à medida que outras regiões do país passam a ser demanda pelo o produto, tal crescente justificou interesse no cultivar o açazeiro em plantios de áreas em terra firme, especialmente em áreas degradadas. (FARIAS NETO et al., 2010).

O Plantio em terra firme representa uma excelente alternativa para a recuperação de áreas degradadas por pastagens como são características em muitos solos amazônicos, além de reduzir a pressão sob o ecossistema de várzea, impedindo que a cultura do açazeiro se sobressalte as demais mantendo a biodiversidade local

sem correr o risco de em áreas de bosque homogêneos da palmeira (HOMMA et al., 2006).

Nos plantios de terra firme, assim como em ecossistema de várzea é necessário realizar o manejo das touceiras de açazeiro, pois as plantas atingem alturas que chegam a inviabilizar a colheita. Conforme Quaresma e Cunha (2012) o manejo adequado das touceiras deve ser realizado de três a quatro anos nos açazeiros com mais de 12 metros de altura que devem ser cortados e o palmito aproveitado, visando deixar o plantio com plantas mais baixas e produtivas. Para isso são retirados preferencialmente os estipes finos, velhos, defeituosos e/ou que apresentem baixa produtividade.

Para Cordeiro (2010) o açazeiro é uma palmeira natural da região amazônica de grande valor econômico e social, principalmente para as comunidades ribeirinhas. O fruto e o palmito são os principais produtos. A espécie permite à indústria instalada na área, abastecimento seguro e fácil, a custo baixo de matéria prima, pois além da facilidade de extração, a concentração de palmeiras na região é bastante significativa.

O estado do Pará é maior produtor mundial dessa fruta, representa a 4ª atividade econômica mais importante do Estado, pois possibilita grande rendimento por área (8-9 toneladas/ha), sendo ótima alternativa para pequenas propriedades rurais. Em 2010, a cultura possuía 77.637 hectares de área plantada e produtividade de 706.548 toneladas, As importações de suco e frutas no Pará entre 2004 e 2009 cresceram cerca de cinco para 11.130 toneladas, a receita passou de 6,42 milhões para 29,97 milhões de reais, apresentando aumento de 23,55 milhões em cinco anos, evidenciando o potencial que essa

cultura apresenta. A área plantada em 2010 foi de 77.637 hectares com produção de 706,548 toneladas. (SAGRI, 2011).

O interesse no cultivo do açaí fica evidenciado à medida que é feita uma análise temporal maior comparativos com os anos de 1996 e 2009. Em 1996, a área plantada era de 3.010 hectares. Em 2009, as áreas de cultivo alcançaram 61.814 hectares, ou seja, em 14 anos cresceu 2.053,6%, revelando-se um incremento extraordinário (PARÁ, 2010).

Além dos aspectos produtivos a cultura do açaí atualmente vem despertando um novo interesse nos pesquisadores. Os açaizeiros podem estar contribuindo na redução do chamado “efeito estufa”, à medida que uma vertente defende que o clima no planeta está sofrendo profundas alterações climáticas apontando o dióxido de carbono como um dos grandes responsáveis pelo desequilíbrio das temperaturas na terra. Já que no processo de fotossíntese os açaizeiros absorvem o gás carbono estarão contribuindo diretamente na diminuição desses gases no planeta. Desse modo, informações a respeito da capacidade dessa espécie em fixar, o carbono, é necessário. (MIRANDA et al, 2012).

As estimativas para estoques de carbono composto através da biomassa, atualmente, disponíveis na literatura, dos diversos tipos de plantios e florestas na Amazônia, vêm de estudos que utilizam métodos diretos e indiretos. Conforme Watzlawick (2003) na estimativa de biomassa pelo método direto, as árvores são cortadas e seus componentes separados e pesados, e pelo método indireto são utilizadas equações alométricas ou imagens de satélite para realização das estimativas.

Os métodos indiretos obviamente não podem ser utilizados sem o ajuste e a calibragem prévia das equações e, portanto, devem ser empregados conjuntamente com os métodos diretos. No ajuste de equações deve-se ter sempre o cuidado de avaliar com objetividade as melhores equações, por meio da avaliação das estatísticas indicadoras de qualidade de ajuste (Durbin-Watson; VIF: variance inflation factor; TOL: Teste de tolerance, Syx, R<sup>2</sup>, Critérios AIC, Critérios BIC, P-valor, entre outras), além de um exame gráfico do comportamento dos resíduos (KOHELER et al., 2002).

Os modelos matemáticos, neste caso, devem estimar o carbono das árvores utilizando variáveis de fácil obtenção como CAP e altura da planta, sem que haja a necessidade de se recorrer a métodos diretos como o corte e pesagem total das árvores (MIRANDA, 2008).

Feito o exposto objetivou-se quantificar o estoque individual de carbono fixado em açazeiro por meio da análise do estoque de teores C contidos nas diferentes partes dessa palmeira e gerar um modelo matemático através de equação de regressão capaz de estimar o carbono contido em plantios de açazeiros.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1. Área de Estudo e Localização**

O presente estudo foi realizado numa área de 01 ha sob plantio de açazeiro em condições de sequeiro localizada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Campus Castanhal, no Estado do Pará, num Latossolo Amarelo, de textura média, nas coordenadas geográficas: 1° 17' 26" de latitude Sul e 47° 55' 28" de longitude Oeste (Figura 1).

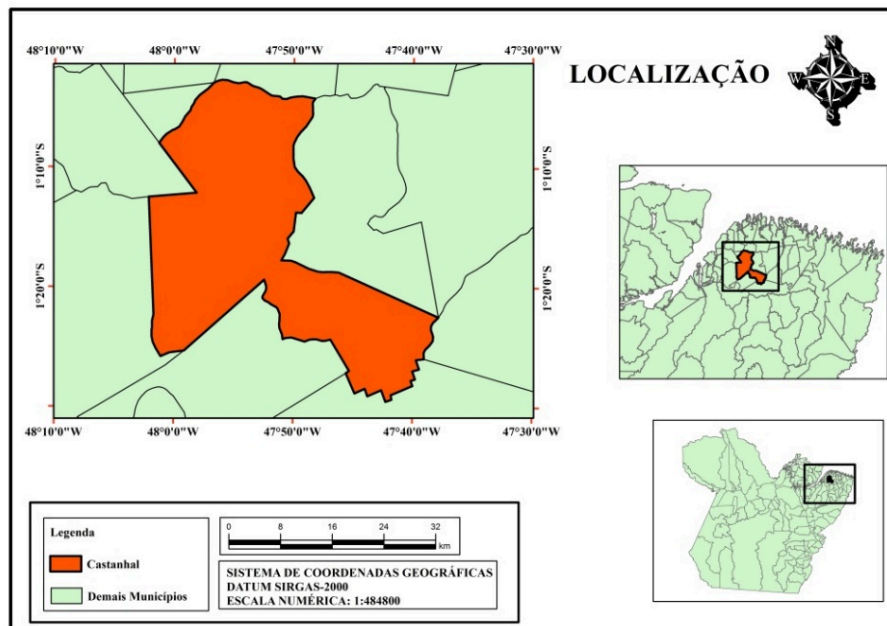


Figura 1. Localização do município onde foi realizado o estudo.

Fonte: Autor (2016).

Fonte: Autores, 2016.

O clima do município enquadra-se na categoria equatorial megatérmico úmido, correspondendo ao tipo Ami, na classificação de Köppen, com temperatura média de 25° C e máxima de 40° C. A estação mais chuvosa ocorre de dezembro a maio e a menos chuvosa de junho a novembro, com umidade relativa do ar entre 85% e 90% (SANTOS et al., 2006). A precipitação pluviométrica média anual é de 2.604,4 mm e o número de dias chuvosos durante o ano chega a 208 em média.

Na área de estudo está plantado a espécie *Euterpe oleracea* Mart., com treze anos de idade com espaçamento de 4x4m, totalizando 625 plantas ha<sup>-1</sup>, como cada planta possui em médio 03 estipes, a área totaliza 1.875 estipes ha<sup>-1</sup> aproximadamente.

## AMOSTRAGEM E CRITÉRIOS DE SELEÇÃO DAS PLANTAS

A área de 01 há foi dividida em 08 partes iguais, cada parte com 80 plantas foram sorteadas e coletado 01 estipe de cada área. Visando obter dados representativos foram considerados alguns critérios:

coletar plantas bem desenvolvidas, representativas da idade, nutridas e saudáveis.

## OBTENÇÃO E PREPARO DAS AMOSTRAS DE ESTIPE DE AÇAIZEIRO

Antes da coleta de cada açazeiro, foi realizada a mensuração da circunferência a altura do peito (CAP), medido a 1,30 m acima do nível do solo com auxílio de uma fita métrica. Em seguida foi realizado o corte da palmeira ao nível do solo (Figura 2).



Figura 2. a) Mensuração do CAP e b) Coleta dos estipes de açazeiro.

A partir da pesagem dos órgãos das plantas e das medidas de campo, foram determinadas as possíveis variáveis alométricas:

- CAP (m);
- Altura do estipe (m);
- Comprimento do meristema (m);
- Comprimento da folha (m);
- Tamanho do cacho (m);

- Altura total (m).

Após as amostras dos componentes das plantas serem previamente secas e trituradas, foram determinados os teores de carbono total, por meio do processo de combustão feito no equipamento Leco no Laboratório da Universidade Estadual de São Paulo Campus Jaboticabal.

Os dados obtidos inicialmente foram submetidos à análise de regressão, através dos softwares Microsoft Excel 2010 e o pacote estatístico para as ciências sociais (SPSS) versão 20.0.

## MÉTODO ESTATÍSTICO E MODELO DE REGRESSÃO

Segundo Charnet et al., (2008), os modelos de regressão, tratam-se de uma metodologia que analisa a relação entre duas ou mais variáveis quantitativas (ou qualitativas) de tal forma que uma variável dependente “Y” pode ser predita a partir de uma ou mais variáveis independentes “X”, equação 1.

$$Y=f(X)+\varepsilon \text{ [eq.1]}$$

(f) descreve a relação entre X e Y; ( $\varepsilon$ ) são os erros aleatórios e Y = variável resposta ou dependente; X = variável independente ou variável preditora. Considere o modelo com uma única variável independente. O modelo é reescrito na forma de:

$$Y_i=\beta_0+\beta_1 X_i+\varepsilon_i \text{ [eq.2]}$$

para  $i = 1, 2, 3, \dots, n$

Onde:  $Y_i$  é o  $i$ -ésimo valor da variável resposta ( $\beta_0$  e  $\beta_1$ ) são os parâmetros (coeficientes de regressão);  $X_i$  é o  $i$ -ésimo valor da variável preditora e  $\varepsilon_i$  é o termo do erro aleatório com  $E(\varepsilon_i) = 0$  e  $\sigma^2(\varepsilon_i) = \sigma^2$ . Considerando o modelo com  $n$  variáveis independentes. O modelo usado para estimar  $\beta_0$  e  $\beta_1$ , até os possíveis,  $\beta_n$  é definido da seguinte forma:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon_i \text{ [eq.3]}$$

para  $i = 1, 2, 3, \dots, n$

## SELEÇÃO DO MELHOR MODELO AJUSTADO

Para a consideração do melhor modelo levou-se em consideração o  $R^2$  e a praticidade na aplicação do modelo.

### **2.2. Coeficiente de Explicação – $R^2$ Ajustado**

O coeficiente de explicação é outra medida importante no processo de seleção de modelos com múltiplas variáveis, pois tem como objetivo explicar o grau de associação entre as variáveis explicativas e a variável dependente. O coeficiente de explicação ajustado é dado por:

$$R_{(ajust)}^2 = 1 - \left( \frac{n-1}{n-(p+1)} \right) \times (1 - R^2) \text{ [eq.4]}$$

Em que:

$n$  = corresponde ao número de observações existentes nas séries de dados;

$p$  = é o número de parâmetros a serem estimados;

R<sup>2</sup> = é o coeficiente de explicação representativo de uma regressão simples.

## TESTE DE HIPÓTESES DOS PARÂMETROS

O teste de hipótese é fundamental no processo de ajuste de modelos, pois são responsáveis pela determinação da significância do modelo e das estimativas dos parâmetros estimados. A hipótese de significância do modelo foi realizada a partir da Análise de Variâncias- ANOVA. A avaliação das hipóteses de coeficientes significativos para os modelos ajustados foi através do nível descritivo (P-value), onde para valores desta estatística superior ao nível de significância alfa de 5% a hipótese nula não deverá ser rejeitada, não havendo, portanto, evidências para rejeição da hipótese nula de coeficientes não significativos ao modelo ajustado.

Neste trabalho, pretendeu-se adotar um método de maior rigor estatístico e que permita estimar o carbono e nitrogênio contido nos compartimentos acima do solo de açazeiro em terra firme, empregando a técnica da Análise Fatorial e seguindo as noções de Valente et al. (2008).

## DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS ANALISADAS NO MODELO DE ESTIMAÇÃO

Y<sub>t</sub>= Variável dependente (produção de biomassa fresca de açazeiro) em kg.

$\beta_0 = \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \dots = \beta_n$  correspondem aos parâmetros em curto prazo da regressão;

X<sub>1</sub> = CAP (circunferência a altura do peito), em metros;

$X_2$  = Altura total dos Estipes (Alt. total), em metros;

$X_3$  = Tamanho do cacho (Tam. cacho), em metros;

$X_3$  = Tamanho do Meristema em metros;

$\epsilon_i$  = Termo de erro com média nula e variância unitária.

#### HIPÓTESE DE TESTES PARA OS PARÂMETROS AVALIADOS

$H_0: \beta_0=0$ , implica em média que o acúmulo de carbono no açazeiro é igual à zero;

$H_a: \beta_0>0$ , implica em média que acúmulo de carbono no açazeiro de açazeiro é diferente de zero;

$H_0: \beta_1=0$ , a partir do CAP das plantas não é possível determinar o acúmulo de carbono no açazeiro;

$H_a: \beta_1>0$ , a partir do CAP é possível determinar o acúmulo de carbono no açazeiro;

$H_0: \beta_2=0$ , a partir da Altura total não é possível determinar o acúmulo de carbono no açazeiro.

$H_a: \beta_2>0$ , a partir da Altura total é possível determinar o acúmulo de carbono no açazeiro.

$H_0: \beta_3=0$ , a partir do Tamanho do Meristema não é possível determinar o acúmulo de carbono no açazeiro.

$H_a: \beta_3>0$ , a partir do Tamanho do Meristema é possível determinar o acúmulo de carbono no açazeiro.

## ANÁLISE DOS RESÍDUOS

Na análise de regressão linear, assumimos que os erros  $\epsilon_1, \epsilon_2, \dots, \epsilon_n$  em satisfazem os seguintes pressupostos: (1) seguem distribuição normal; (2) apresentam média zero; (3) têm variância  $\sigma^2$  constante (homocedasticidade) e (4) sejam independentes. Portanto, a análise dos resíduos, consiste em um conjunto de técnicas para investigar a adequabilidade do modelo com base nos resíduos.

$$\epsilon_i = Y_i - E(Y_i) \text{ [eq.5]}$$

Para os modelos de regressão, o processo de diagnóstico dos resíduos devem ser independentes e identicamente distribuídos sobre uma distribuição normal.

$$\epsilon_i \sim \text{iid } N(0, \sigma^2) \text{ [eq.6]}$$

Os resíduos devem satisfazer a suposição de variância constante, pois, caso não seja satisfeita esta condição, é considerado falta de homogeneidade de variâncias. Para verificação desse pressuposto é utilizado o gráfico dos resíduos versus valores ajustados.

## MODELO ESTATÍSTICO DA ANÁLISE DE FATORES

O modelo estatístico usado na análise fatorial explica a estrutura de correlação entre as características e é diretamente observado por meio de combinação linear de variáveis, as quais não são diretamente verificadas, denominadas fatores comuns, acrescidas de componente residual. Um modelo de análise fatorial pode ser apresentado na forma matricial, conforme citado por Spearman (1904) citado por Fávero et al. (2009). Assim, Spearman sugeriu o seguinte modelo:

$$X_i = a_i F + \varepsilon_i \text{ [eq.7]}$$

Sendo que:

$X_i$  = É o i-ésimo escore da variável analisada;

$F$  = É o fator aleatório comum para as variáveis medidas;

$\varepsilon_i$  = É o componente aleatório específico,  $\varepsilon_i = (\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_k)$ .

$a_i$  = é a constante chamada carga fatorial (loading), que mede a importância dos fatores na composição de cada variável (correlação).

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

#### **3.1. Alometria**

A variação de peso na matéria seca foi de 17,7 kg sendo o mínimo de 29,08 kg e máximo de 49,33kg. Essa alta variação no peso provavelmente está relacionada a variabilidade genética dentro da espécie, pois a presença de diferentes genótipos em uma população de plantas que apresenta curto histórico de domesticação pode provocar despadronização de período de floração, tamanho de frutos e desenvolvimento vegetativo. Estando de acordo com (referência acerola), trabalho realizado com acerola fruto que assim como açaizeiro são espécies com relativo curto período de domesticação.

Concordando com Miranda et al. (2012) em trabalho realizado com açaizeiros de várzea, visando a quantificação de biomassa e carbono em *Euterpe oleracea* Mart., encontraram alta variação no peso da matéria seca 24 kg.

Os teores de carbono acumulado na matéria seca total das plantas estudadas apresentaram o mínimo 13,53 kg e o máximo de 29,11kg sendo a variação de 15,58 kg para este parâmetro. Os valores máximos e mínimos de carbono nos órgãos das plantas estão presentes na tabela 1.

**Tabela 1. - Estatística descritiva dos órgãos avaliados**

Médias Descritivas	CARBONO NO TECIDO VEGETAL (kg)		
	Caule	Folhas	Meristema
Carbono Total Acum.	124.91	19,65	4,70
Valor Min.	11.41	1.50	0.43
Valor Max.	23.79	4.49	1.37
Média	17.39	2.81	0.67
Desvio Padrão	5,11	1.24	0.16
Coefficiente de Variação	26.17	1,55	0,02

Fonte: Autores, 2016.

O caule foi o órgão que apresentou os maiores valores de carbono acumulado com média de 17,39 kg sedo o menor valor 11,41 kg e o maior 23,79 kg. Esse comportamento ocorre por conta da estrutura física do vegetal, que apresenta o estipe como órgão com marcante superioridade de peso em relação aos demais órgãos. As médias de concentração de C no caule apresentaram diferença significativa em relação à folhagem e meristemas conforme a tabela x.

**Tabela 2. Teste Tukey referentes à média dos órgãos avaliados.**

Órgão	Média
Caule	17,46500 a
Folhagem	0,75875 b
Meristema	1.06625 b

Fonte: Autores, 2016.

O valor médio de carbono no estipe representa cerca de 50% da matéria seca. Os baixos valores do desvio padrão e do coeficiente de

variação mostram que os dados não destoam da média, mesmo se tratando de amostras não homogêneas, que resulta em um comportamento da distribuição dos teores de carbono de maneira que sua proporção aproxima-se da metade da matéria seca. Miranda et al. (2012) encontraram C.V de 78% para o caule, trabalhando com carbono. Está bem acima dos 26,17% desta pesquisa.

Por se tratar de pesquisa de campo, a tendência é que a variação seja elevada, devido ausência de controle de fatores externos que influenciam o desenvolvimento do plantio. O desvio padrão e coeficiente de variação encontrados nesta pesquisa também estão relacionados à variabilidade genética das plantas desse agroecossistema que conferem a presença de vegetais com porte diferenciados.

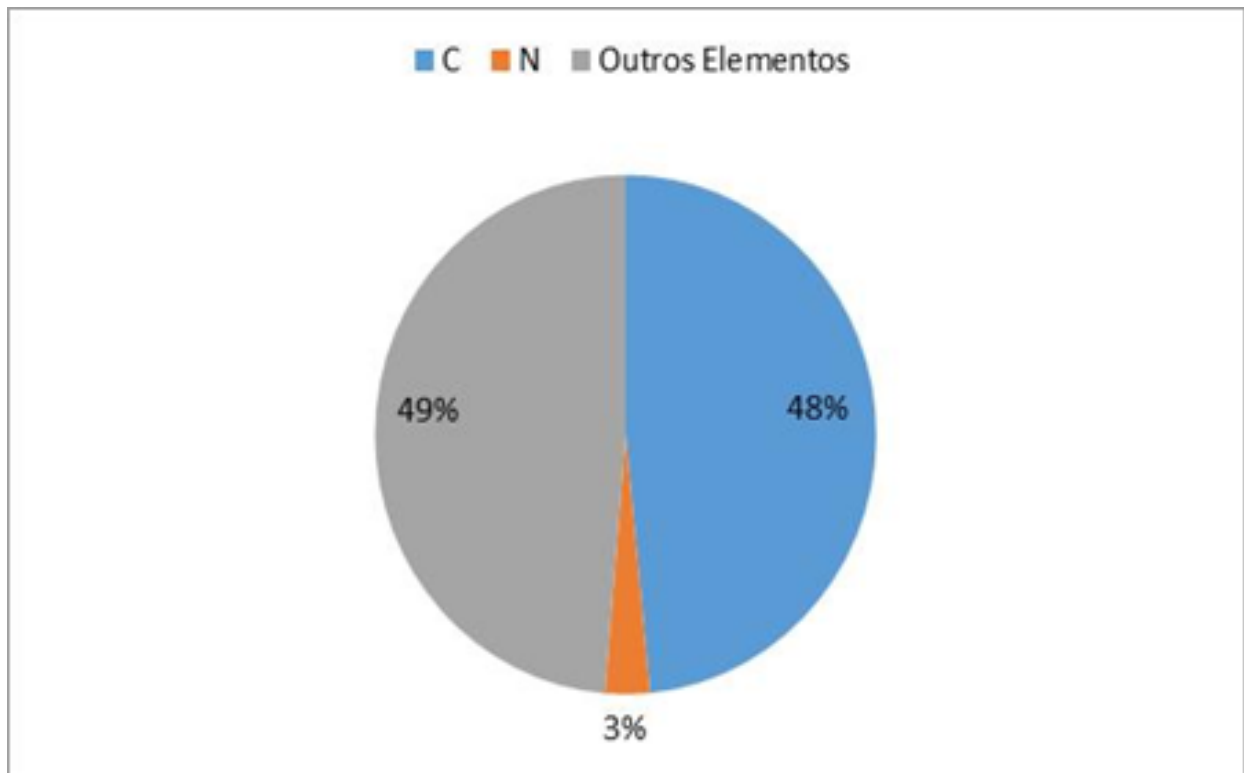
O espaçamento de 4x4 adotado na área de estudo configurou um arranjo de 625 touceiras, em média cada uma apresenta 3 palmeiras, que resulta um total de 1.875 com média de 20,87 kg a quantidade de C presente no agroecossistema estudado é de aproximadamente 39 toneladas. De acordo com Souza (2013) para cada C produzido pela queima de massa vegetal são produzidas 3,67 moléculas de CO<sub>2</sub>, obtida pela razão entre a massa molecular do dióxido de carbono igual a 44 e a massa atômica do carbono (C). Assim sendo, a quantidade de CO<sub>2</sub> emitida para a atmosfera em caso de queima desse agroecossistema será entorno de 144 toneladas, desconsiderado a queima das raízes e restos vegetais presentes o solo.

Esse carbono acumulado é um grande serviço prestado pelo cultivo através de absorção de carbono, atribuindo mais um potencial econômico para o produtor de açaí. Pois de acordo com Souza (2013)

os créditos de carbono já estão sendo comercializados, mesmo não havendo uma regularização relacionada a preços, entretanto cada tonelada de carbono vale até US\$ 5,00 segundo o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). Dessa forma, um cultivo com dez hectares pode gerar renda extra de 6.400,00 reais adicionada ao sistema. Considerando R\$ 591,00 por hectares.

É possível observar que a proporção de C mantém-se com valores próximos 50% nos diferentes órgãos do vegetal. O carbono é o elemento que compõe a maior parte do material vegetativo contido na matéria seca, apresentando de 46,78% até 60,69% no açaizeiro cultivado em Latossolo Amarelo em sistema de sequeiro no município de Castanhal-PA como mostra a figura 4. Em estudo semelhante, Gorgens et al. (2005) apresentam relação de 50%, entre carbono e matéria seca, apontam um fator de 0,5 para estimar o carbono. Estando de acordo com Dallagnol et al. (2011) que em trabalho realizado com espécies florestais encontraram valores entre 39% e 50%.

Figura 4. Distribuições percentual de Carbono (C), Nitrogênio (N), e demais Elementos.



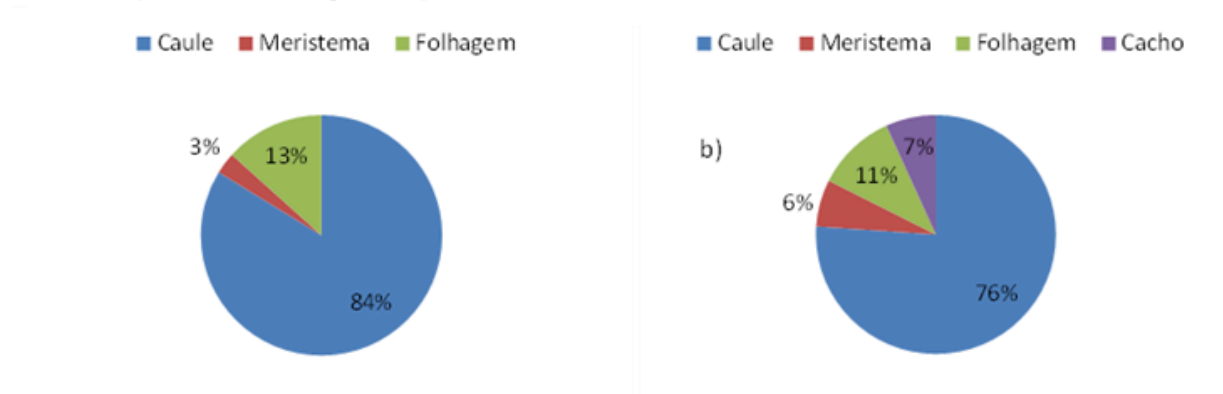
Fonte: Autores, 2016

Esses altos teores de carbono acumulados encontrados para os açazeiros, se repete em outras espécies da região Amazônica. Santos et al. (2007) em trabalho com espécies arbóreas de crescimento secundário, encontraram teores que variam de entre 43,68% para *Parkia pendula* (fava-bolota) e 53,44% para *Cassia leiandra* (mari-mari), sendo que a média de 11 espécies estudadas ficou em 49,2%.

As concentrações de carbono variaram entre os diferentes órgãos dos vegetais. Sendo o caule o órgão com os maiores teores de carbono, apresentando 76% nas plantas com cacho e 84% nas que não possuem cachos. Essa concentração do carbono no caule está relacionada ao fato deste representar a maior proporção da biomassa do vegetal, e assim contém a maior quantidade acumulada. Este trabalho está em conformidade o desenvolvido por Silveira (2008) que em estudo aponta o caule como importante componente da matéria seca do vegetal, e por Santos et al. (2004) que mostram maior concentração de matéria seca contido no fuste

com 57%, Miranda et al. (2012) corroboram apontando o estipe com a maior concentração de carbono acumulado, contendo 47% no fuste.

Figura 5: (a). Distribuição do carbono pelos diferentes órgãos das plantas sem cacho; (b) Figura 5b. Distribuição do carbono pelos diferentes órgãos das plantas com cacho.



Fonte: Autores, 2016

A quantidade de carbono no caule representa um enorme potencial para construção, levando em consideração a rigidez desse órgão, assim como acontece com outras espécies frutíferas da Amazônia Ocidental. Shanley e Medina (2005) Falam a respeito de espécies florestais frutíferas que são extraídas para a produção de madeira.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A CAP foi a variável mais indicada para estimar a quantidade de C no açazeiro, com (R<sup>2</sup> de 0,7319) representado através do modelo na forma cúbica  $y = -44483x^3 + 51617x^2 - 19728x + 2503,2$  para agroecossistema de açazeiro com idade de 12 anos;

A relação entre a CAP e o acúmulo de carbono no açai está diretamente relacionado. Possibilitando o desenvolvimento de métodos não destrutivos;

O Estudo propiciou integração entre diversas áreas do conhecimento, como as disciplinas, nutrição de plantas, fisiologia vegetal, estatística, matemática e experimentação agrícola.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CIPRIANO, P. A. Antocianinas de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) e casca de jaboticabeira (*Myrciaria jaboticaba*) na formação de bebidas isotônicas. Dissertação (Mestrado em Ciências Tecnológicas de Alimentos), Universidade Federal de Viçosa – Viçosa, MG, 2011.

CORDEIRO, R. A. M. Crescimento Nutrição Mineral do açaizeiro (*Euterpe Oleracea* Mart.) em função da idade em sistemas agroflorestais no município de Tomé-Açú, PA. 137 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias). Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém – PA. 2011.

FARIAS NETO, J. T.; VASCONCELOS, M. A. M.; SILVA, FIOCK, F. C. Cultivo, processamento, padronização e comercialização do açaí na Amazônia. 1ª ed: Fortaleza – CE: Instituto de Desenvolvimento da Fruticultura e Agroindústria – Frutal, 2010. 113 p.

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: Ciência & Desenvolvimento, Belém, v. 1, n. 2, 2006.

MIRANDA, D. L. C. et al. Biomassa e Carbono em *Euterpe oleracea* Mart., na Ilha do Marajó – PA. Floresta e Ambiente, Rio de Janeiro, v. 19, n. 3, p. 336-343, 2012.

OLIVEIRA, M. S. P.; FARIAS NETO, J. T.; PENA R. S.. Açaí: técnicas de cultivo e processamento. – Fortaleza: Instituto Frutal, 2007. 104 p.

PARÁ. SECRETARIA DE AGRICULTURA DO ESTADO DO PARÁ - SAGRI. Evolução das áreas, produção e rendimento do açaizeiro no

Estado do Pará em 2009. 2010. Disponível em: <http://www.sagri.pa.gov/>. Acesso em: 15 janeiro 2016.

QUARESMA, S. M.; CUNHA, E. B. Manejo de açazais, como prática de gestão e educação ambiental: um estudo de caso da comunidade de Franco Grande do Bailique/Amapá. *Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade*, Curitiba, v. 2, n. 1, 2012.

SAGRI. Secretaria de Estado de Agricultura do Estado do Pará. A importância do açaí no contexto econômico, social e ambiental do Estado do Pará. 27ª Reunião Ordinária da Câmara Setorial – MAPA e 6ª Reunião Ordinária da Comissão Nacional de Fruticultura – CNA. Brasília – DF. 2011.

SANTOS, E. C. S.; SOUZA, R. C. R.; BARBOSA, K. H. N.; VASCONCELOS, M. A.. Caracterização energética de espécies lenhosas nativas da Amazônia. In: *Anais do XXXVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola*; 2007; Bonito. Bonito; 2007. p. 1-4.

VALENTE, M. D. R.; QUEIROZ, W. T.; PINHEIRO, J. G.; MONTEIRO, L. A. S. Modelo de predição para o volume total de quaruba (*Vochysia inundata* Ducke) via análise de fatores e regressão. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 307-317, 2011.

WATZLAWICK, L. F.; SANQUETTA, C. R.; ARCE, J. E.; BALBINOT, R. Quantificação de Biomassa Total e Carbono Orgânico em Povoamentos de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze no Sul do Estado do Paraná, Brasil. *Revista Acadêmica*, Curitiba, v. 1, n. 2, p. 63-68, 2003.

---

<sup>1</sup> Instituto Federal do Pará, Campus Castanhal, Pará, Brasil.

<sup>2</sup> Instituto Federal do Pará, Campus Castanhal, Pará, Brasil.

<sup>3</sup> Instituto Federal do Pará, Campus Castanhal, Pará, Brasil.

<sup>4</sup> Instituto Federal do Pará, Campus Castanhal, Pará, Brasil.

<sup>5</sup> Universidade Federal do Pará, Campus Castanhal, Pará, Brasil.

<sup>6</sup> Instituto Federal do Pará, Campus Castanhal, Pará, Brasil.