



<http://dx.doi.org/10.12702/VIII.SimposFloresta.2014.21-522-1>

## **Ajustes de modelos matemáticos para a estimativa de nitrogênio em *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* (Griseb.) Altschul, Floresta-PE**

Michelle V. Cordeiro<sup>1</sup>, Ronaldo O. dos Santos<sup>1</sup>, Elizane T. Ramos<sup>1</sup>, Jadson C. de Abreu<sup>1</sup>, José A. A. da Silva<sup>2</sup>, Rinaldo L. C. Ferreira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Amapá ([michellevasconceloscordeiro@yahoo.com.br](mailto:michellevasconceloscordeiro@yahoo.com.br);  
[ronald\\_olive\\_the\\_best@hotmail.com](mailto:ronald_olive_the_best@hotmail.com); [elizane.ramos@hotmail.com](mailto:elizane.ramos@hotmail.com);  
[jadson.abreu@ueap.edu.br](mailto:jadson.abreu@ueap.edu.br)); <sup>2</sup>Universidade Federal Rural de Pernambuco  
([jaaleixo@uol.com.br](mailto:jaaleixo@uol.com.br); [rinaldo@dcfl.ufrpe.br](mailto:rinaldo@dcfl.ufrpe.br))

**Resumo:** O objetivo deste trabalho foi testar diferentes modelos matemáticos, visando selecionar uma equação para estimar o teor de nitrogênio total em *Anadenanthera colubrina* em Floresta-PE. Esta espécie foi selecionada a partir de informações de um inventário florestal realizado na área de estudo, utilizando-se dados de 10 árvores. Para cada árvore-amostra foi obtida a circunferência à altura do peito (CAP) a 1,30 m, a qual foi convertida em diâmetro (DAP). Posteriormente, as árvores foram cortadas e mensuradas suas alturas totais. Foram ajustados 20 modelos matemáticos para nitrogênio total, onde a equação 5 apresentou estatísticas melhores que a equação 1 sendo que estas apresentam distribuições residuais semelhantes. Entre as equações ajustadas, a equação  $Y_i = 35,815 + 3,4418.DAP^2 - 0,168.(DAP^2H_i)$  foi a que obteve resultados mais satisfatórios, sendo que por meio desta, pode-se estimar o teor de nitrogênio em *Anadenanthera colubrina* que está sendo exportado.

**Palavras-chave:** Caatinga; Inventário Florestal; Manejo Florestal.

### **1. Introdução**

Caatinga é um tipo de vegetação que tem fauna e flora com grande diversidade de espécies e cobre a maior parte da área com clima Semiárido, principalmente da Região Nordeste do Brasil. Este bioma vem sendo sistematicamente devastado, já que, há muitos séculos, continua sendo utilizado para atividades de pecuária, agricultura e exploração de lenha e madeira (SILVA

et al., 2004). Por outro, pouco se sabe de sabe do comportamento de suas espécies lenhosas quanto a exportação de nutrientes em sua exploração.

Dentre os nutrientes, sabe-se que o nitrogênio é um dos mais críticos para o crescimento da maioria das plantas. (HOOPER; JOHNSON, 1999). Para as florestas secas da região nordeste do Brasil, estimativas pioneiras de Freitas e Sampaio (2008) indicam que a contribuição da fixação biológica na vegetação de caatinga bem preservada é pequena, podendo chegar a pouco mais de 11 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>.

Para estimativas de nutrientes em planta lenhosas o método mais utilizado é o destrutivo, o qual em muitas situações deve ser evitado. Portanto, com a utilização de métodos indiretos, tais como o uso de equações a partir de modelos matemáticos para se avaliar o teor de nutrientes em áreas de Caatinga, poderá dar suporte para subsidiar planos de manejo florestal, visando uma recomposição de nutrientes exportados no processo de colheita.

O objetivo deste trabalho foi testar diferentes modelos matemáticos, visando estimar o teor de nitrogênio total e selecionar o que melhor se ajustou para *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* (Griseb.) Altschul (Angico) em Floresta-PE.

## **2. Material e Métodos**

### **2.1 Área de estudo**

O presente estudo foi realizado em uma área com cerca de 50 ha (8°30'37" S e 37°59'07" W) com vegetação de Caatinga na Fazenda Itapemirim, com extensão de aproximadamente 6.000 ha, na mesorregião do São Francisco pernambucano.

### **2.2 Processo de Amostragem**

A espécie *Anadenanthera colubrina* foi selecionada usando como base as informações obtidas em um inventário florestal realizado na área, desenvolvido por Alves (2011). Para compor a amostra utilizaram-se dados de 10 árvores.

Foi obtida a circunferência à altura do peito (CAP) a 1,30 m, a qual foi convertida em diâmetros à altura do peito (DAP). E posteriormente, as árvores foram cortadas e teve altura total (HT) mensurada, evitando-se plantas parcialmente cortadas, queimadas ou tombadas e de forma a cobrir a classe de diâmetro previsto.

## 2.3 Análises de dados

No processo de determinação da massa verde e amostragem dos componentes da parte aérea, seguiu a metodologia adotada por Alves (2011), onde foram utilizadas as árvores escolhidas para amostra, as quais foram derrubadas e pesadas.

Para análises químicas feitas em laboratório, foram utilizados dados de 10 árvores desta espécie. O peso total e peso de amostras úmidas, obtidos no campo, foram usados para obtenção da biomassa seca (SOARES, PAULA NETO; SOUZA, 2011).

A quantidade de nutrientes ( $\text{g kg}^{-1}$ ) e o total das árvores amostradas foi determinada multiplicando-se a concentração ( $\text{g kg}^{-1}$ ) pelo valor total de biomassa seca. O Nitrogênio foi obtido por meio da digestão sulfúrica usadas na extração de matéria seca.

Procedeu-se o ajuste dos modelos matemáticos para a estimativa de nitrogênio, os modelos utilizados foram aritméticos, logarítmicos e não lineares (Tabela1). Para selecionar a melhor equação foi utilizado o coeficiente de determinação ajustado, erro padrão da estimativa e análise gráfica do resíduo.

TABELA 1 - Modelos matemáticos para ajuste de equações para nitrogênio total em *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* (Griseb.) Altschul, Floresta-PE

	Modelo	Autor
1	$Y_i = \beta_0 + \beta_1 \text{DAP}_i^2 + \beta_2 H_i^2 + \beta_3 (\text{DAP}_i^2 H_i) + \epsilon_i$	
2	$Y_i = \beta_0 + \beta_1 \text{DAP}_i + \beta_2 H_i + \epsilon_i$	
3	$Y_i = \beta_0 + \beta_1 \text{DAP}_i + \beta_2 (\text{DAP}_i^2 H_i) + \epsilon_i$	
4	$Y_i = \beta_0 + \beta_1 \text{DAP}_i + \beta_2 \text{DAP}_i^2 + \beta_3 (\text{DAP}_i^2 H_i) + \epsilon_i$	
5	$Y_i = \beta_0 + \beta_1 \text{DAP}_i^2 + \beta_2 (\text{DAP}_i^2 H_i) + \epsilon_i$	
6	$\ln Y_i = \beta_0 + \beta_1 \ln(\text{DAP}_i^2 H_i) + \ln \epsilon_i$	Spurr
7	$\ln Y_i = \beta_0 + \beta_1 \ln(\text{DAP}_i^3) + \ln \epsilon_i$	
8	$Y_i = \beta_0 \cdot \text{DAP}_i^{\beta_1} \cdot H_i^{\beta_2} \cdot \epsilon_i$	Schumacher e Hall
9	$\ln Y_i = \beta_0 + \beta_1 \ln H_i + \ln \epsilon_i$	
10	$\ln Y_i = \beta_0 + \beta_1 \ln(\text{DAP}_i^2) + \ln \epsilon_i$	
11	$Y_i = e^{\beta_0 + \beta_1 \ln \text{DAP}_i + \beta_2 \ln H_i^2} \cdot \epsilon_i$	
12	$Y_i = \beta_0 e^{[(\ln \text{DAP}_i - \beta_1) / \beta_2]} + \epsilon_i$	Log-Normal
13	$Y_i = \beta_0 e^{[(\ln H_i - \beta_1) / \beta_2]} + \epsilon_i$	Log-Normal
14	$Y_i = \beta_0 \cdot e^{[\beta_1 (\beta_2 \text{DAP}_i + \beta_3 H_i)]} + \epsilon_i$	Silva e Bailey
15	$Y_i = \beta_0 - \beta_1 \cdot e^{(-\beta_2 \cdot \text{DAP}_i \cdot \beta_3)} + \epsilon_i$	Weibull
16	$Y_i = \beta_0 - \beta_1 \cdot e^{(-\beta_2 \cdot H_i \cdot \beta_3)} + \epsilon_i$	Weibull
17	$Y_i = \beta_0 \cdot [1 - e^{(-\beta_1 \cdot \text{DAP}_i)}]^{\beta_2} + \epsilon_i$	Chapman-Richards
18	$Y_i = \beta_0 \cdot [1 - e^{(-\beta_1 \cdot H_i)}]^{\beta_2} + \epsilon_i$	Chapman-Richards
19	$Y_i = \beta_0 / [1 + \beta_1 \cdot e^{(-\beta_2 \cdot \text{DAP}_i)}] + \epsilon_i$	Logístico
20	$Y_i = \beta_0 / [1 + \beta_1 \cdot e^{(-\beta_2 \cdot H_i)}] + \epsilon_i$	Logístico

Em que:  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3 \dots \beta_n =$  parâmetros dos modelos; DAP = diâmetro a altura do peito (1,3 m) da árvore; ln = logaritmo natural; H = altura total e comercial,  $Y_i$  = teor de nitrogênio e  $\epsilon_i =$  erro aleatório.

### 3. Resultados e Discussão

Na Tabela 2, dentre os 20 modelos estudados, estão os coeficientes das melhores equações quanto ao coeficiente de determinação ajustado e erro padrão da estimativa.

TABELA 2 - Estimativas dos parâmetros e medidas de precisão das equações selecionadas ajustadas para nitrogênio total *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* (Griseb.) Altschul, Floresta-PE

Equação	B <sub>0</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	R <sup>2</sup> <sub>aj</sub> (%)	S <sub>yx</sub> (%)
1	38,973	3,4856	-0,116	-0,164	86,28	17,7987
4	43,454	-2,732	3,7351	-0,178	86,10	17,9151
5	35,815	3,4418	-0,168	-	88,04	16,6159
8	3,2282	1,28	-0,405	-	82,65	21,4767
11	3,2282	1,28	-0,202	-	82,65	21,4767
15	78,716	-153,3	3698207,00	-7,58	85,78	18,1189

Em que: B<sub>0</sub>, B<sub>1</sub>, ..., B<sub>n</sub>, = estimativas dos coeficientes da equação, R<sup>2</sup><sub>aj</sub> = índice de ajuste ajustado e S<sub>yx</sub> = erro padrão da estimativa

Para *Anadenanthera colubrina*, selecionou-se a equação 5, pois apresenta estatísticas melhores que a equação 1 sendo que estas apresentam distribuições residuais semelhantes (Figura 1).

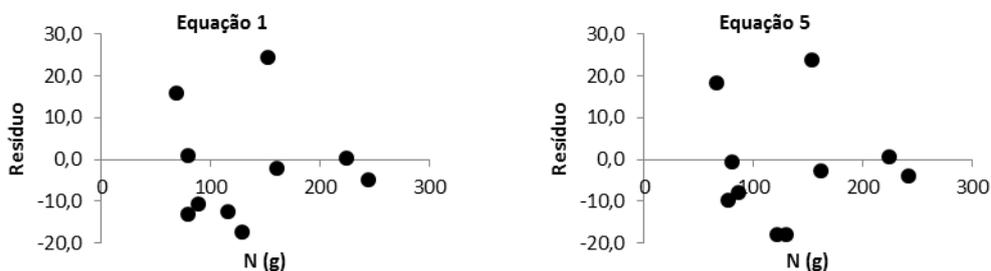


FIGURA 1 – Distribuição de resíduo das equações 1 e 5 para estimativa de nitrogênio total *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* (Griseb.) Altschul, Floresta-PE.

Vale ressaltar a dificuldade de encontrar trabalhos similares ao realizado para permitir a discussão dos resultados obtidos. Por outro lado, maiores esforços amostrais e, conseqüentemente, obter estimativas mais fidedignas.

### 4. Conclusão

Para estimar a quantidade de nitrogênio da espécie *Anadenanthera colubrina* se recomenda a equação  $Y_i = 35,815 + 3,4418.DAP_i^2 - 0,168.(DAP_i^2H_i)$ .

## 5. Referências

- ALVES; A. R. **Quantificação de biomassa e ciclagem de nutrientes em áreas de vegetação de caatinga no município de Floresta, Pernambuco**. 2011. 116f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2011. Disponível em: <<http://ppgcf-ufupe.jimdo.com/teses/>>. Acesso em: 13 jul. 2014.
- FREITAS, A.D.S.; SAMPAIO, E.V.S.B. Fixação biológica do N<sub>2</sub> em leguminosas arbóreas da Paraíba e de Pernambuco. In: MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I.H. (Eds.) **Fertilidade do solo e produção de biomassa no semi-árido**. Recife: Editora UFPE, 2008. p.27-46,
- HOOPER, D. U.; JONHSON, L. Nitrogen limitation in dryland ecosystems: Responses to geographical and temporal variation in precipitation. **Biogeochemistry**, v.46, n.1-3, p.247-293, 1999. <<http://dx.doi.org/10.1007/BF01007582>>.
- SILVA, J. M. C. et al. **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente: Universidade Federal de Pernambuco, 382 p., 2004.
- SOARES, C. P. B.; PAULA NETO, F. de; SOUZA, A. L. de. **Dendrometria e Inventário Florestal**. Editora UFV, 2<sup>a</sup>ed. Viçosa: UFV. 278 p., 2011.