

Modelos de Crescimento e Produção

by João Luís Ferreira Batista
parsival@usp.br
on setembro de 2019

» Sumário

- * Introdução: As Questões do Manejo Florestal
- * Modelos de Predição da Produção
- * Modelos Empíricos
- * Construção de Modelos de Povoamento Explícitos
- * Exemplo: Floresta de eucalipto

» As Questões do Manejo Florestal

Primeira Questão

É essencialmente uma questão *quantitativa*

- * QUANDO intervir? (quanto tempo esperar)
- * Intervir em QUANTO? (quanta matéria retirar)

Segunda Questão

É uma questão *operacional*

- * COMO intervir? (planejamento e execução)

» Informações Necessárias

As informações não estão disponíveis no presente:

Elas estão no *futuro*:

- * Com que velocidade a floresta crescerá?
- * Quando o crescimento estagnará?
- * Quanto será a produção da floresta?

» Necessidade de Informação

“Técnicas de Predição da Produção”

- * Início da disciplina de Manejo Florestal
- * Situação histórica da Alemanha no século XVIII
⇒ escassez de matérias primas
- * Conceitos de amplitude nacional:
 - * “*Produção Sustentada*”
 - * “*Manejo Sustentado*”

Situação atual é diferente

- * madeira não é fonte principal de energia
- * rápido desenvolvimento tecnológico
⇒ produtos substitutos da madeira
⇒ novos produtos a base de madeira

» Aspectos de Importância Atual:

Agroindústria

- ⇒ abastecimento de planta industrial
- ⇒ mercado de matéria prima
 - * nacional
 - * internacional

Tipo de Produção

- * produção regional/municipal
- * produção local (propriedade rural)
- * produtos não-madereiros (nativas e plantadas)

» Importância dos Aspectos Ambientais

Aspectos de ordem *prática*

- * Conservação/preservação
- * Proteção ambiental
- * Estética da paisagem

Aspectos de ordem *burocrática*

- * Certificação ambiental
- * Estudo de impactos ambientais
- * Licenciamento ambiental
- * Compensação ambiental

A palavra *manejo* se tornou uma panacéia

» Forma Atual de Predição: Modelos

Modelos “*Estocásticos*”

- * Associa uma medida de incerteza à predição
- * Predição = “Valor Esperado”
- * Medida de Incerteza = “Qualidade do Valor Esperado”

Tipos de Modelos

Modelos Empíricos: relações de variáveis observadas

Modelos de Processo: teoria da Ecofisiologia

Modelos Combinados: híbridos processo-empíricos

» Modelos de Predição Empíricos

Solidez da informação empírica

- * Associado a situações particulares
- * Alta qualidade da predição
- * Difícil generalização
- * Não aplicável a situações diferentes das observadas

» Modelos de Processo

Solidez das Concepções Teóricas

- * Voltado para explicações genéricas
- * Generalização natural
- * Aplicação a situações diferentes das observadas,
 - ⇒ novas prescrições de manejo
 - ⇒ implantação em novas regiões
 - ⇒ mudanças climáticas
- * Baixa qualidade da predição

» Modelos Combinados

Tentativa de Unir Vantagens

- * Fundamentado numa explicação geral de processo
- * Capaz de explicar situações particulares (empíricas)
⇒ calibração do modelo
- * Melhor generalização que os modelos empíricos
- * Melhor predição que os modelos de processo

» Classificação dos Modelos Empíricos

Quanto a *Escala* em que a predição é realizada

Povoamento (Arvoredo):

- * predição por unidade de área: $m^3 ha^{-1} / Mg ha^{-1}$

Árvores Individuais:

- * predição por árvore: m^3 ou kg
- * totalização por parcela: $m^3 ha^{-1}$ ou $Mg ha^{-1}$

» Modelos de Povoamento

Formas de Predição

Explícita:

- * predição diretamente na unidade de produção:
 $m^3 ha^{-1}$ ou $Mg ha^{-1}$
- * definição do que é a “produção” é fixada antes da construção do modelo

Implícita:

- * predição da estrutura do povoamento
- * número de árvores por classe de DAP
- * produção da árvore de centro da classe de DAP:
sortimento em m^3 ou kg
- * totalização por classe de DAP
- * totalização por parcela: $m^3 ha^{-1}$ ou $Mg ha^{-1}$

» Fundamentos dos Modelos Explícitos

Fatores de Produção

O que influencia o crescimento na escala de povoamento?

- * IDADE do povoamento
- * SÍTIO do povoamento
 - * variação espacial das condições ambientais
 - * heterogeneidade espacial
- * DENSIDADE do povoamento
 - * Grau de ocupação do espaço pelas árvores
 - * Ocupação *nominal*:
 - * \Rightarrow Número de árvores por unidade de área — ha^{-1}
 - * Ocupação *efetiva* (espaço de crescimento):
 - * \Rightarrow Área Basal — $m^2 ha^{-1}$

» A Influência do Tempo

Variação Temporal

Quais fatores variam em função do tempo?

- * SÍTIO: é invariante, não muda com a IDADE
- * DENSIDADE: é variável com a IDADE

Predição da Produção

- * Produção Corrente
- * Produção Futura

» Produção Corrente

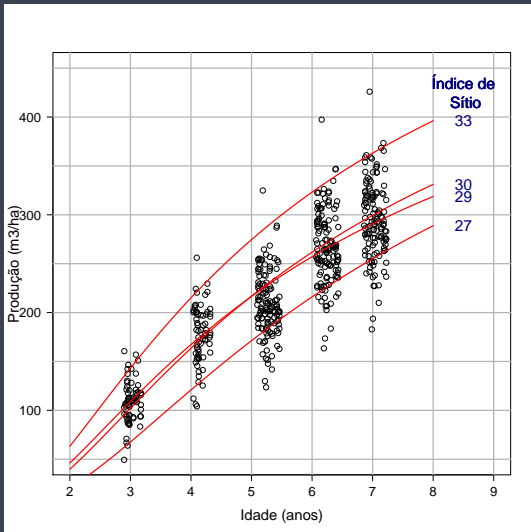
Equação de Produção

- * É função de SÍTIO, da DENSIDADE e da IDADE
- * Mas a IDADE é simplesmente uma variável preditora
- * Produção e densidade estão no *mesmo tempo* (corrente):
- * Exemplo:

$$\ln(V) = \beta_0 + \beta_1 S + \beta_2 \ln G + \beta_3 I^{-1} + \varepsilon$$

$$\hat{V} = \exp \left[\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 S + \hat{\beta}_2 \ln G + \hat{\beta}_3 I^{-1} \right]$$

» Exemplo de Produção Corrente: Floresta de Eucalipto



» Produção Futura

Modelo de Crescimento e Produção

Varição da DENSIDADE com o tempo (IDADE)

* *Projeção* da densidade:

$$\ln(G_2) = \left(\frac{I_1}{I_2}\right) \ln(G_1) + \beta_4 \left(1 - \frac{I_1}{I_2}\right)$$

* Seguida da *projeção* da produção:

$$\ln(V_2) = \beta_0 + \beta_1 S + \beta_2 I_2^{-1} + \beta_3 [\ln(G_2)]$$

» Produção Futura

Modelo Resultante:

* Predição da produção em qualquer idade:

$$\ln(V_2) = \beta_0 + \beta_1 S + \beta_2 I_2^{-1} + \\ + \beta_3 \left(\frac{I_1}{I_2} \right) \ln(G_1) + \beta_4 \left(1 - \frac{I_1}{I_2} \right)$$

$$\widehat{V}_2 = \exp \left[\widehat{\beta}_0 + \widehat{\beta}_1 S + \widehat{\beta}_2 / I_2 + \\ + \widehat{\beta}_4 \left(1 - \frac{I_1}{I_2} \right) \right] G_1^{\widehat{\beta}_3 \left(\frac{I_1}{I_2} \right)}$$

» Exemplo: Floresta de Eucalipto

Curvas de Sítio: aula passada

Parcelas de Exemplo

Parcela	S (m)	I_1 (ano)	G_1 ($m^2 ha^{-1}$)
1	27	5.44	17.09
2	31	2.93	14.30
3	33	4.27	24.70

» Exemplo: Floresta de Eucalipto

Projeção da Área Basal

Modelo de Predição da Área Basal:

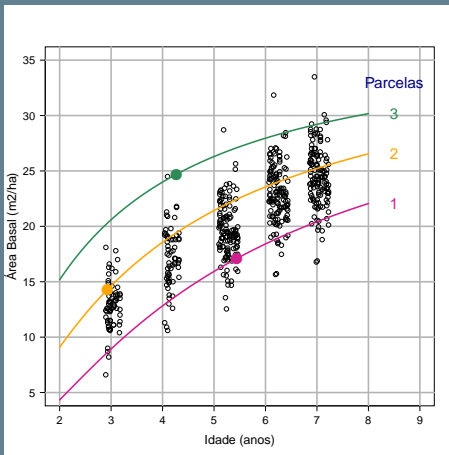
$$\ln(G_2) = \left(\frac{I_1}{I_2}\right) \ln(G_1) + \beta_4 \left(1 - \frac{I_1}{I_2}\right)$$

Modelo Ajustado:

$$\ln(G_2) - \left(\frac{I_1}{I_2}\right) \ln(G_1) = 3.636056 \left(1 - \frac{I_1}{I_2}\right)$$

» Exemplo: Floresta de Eucalipto

Área Basal Projetada



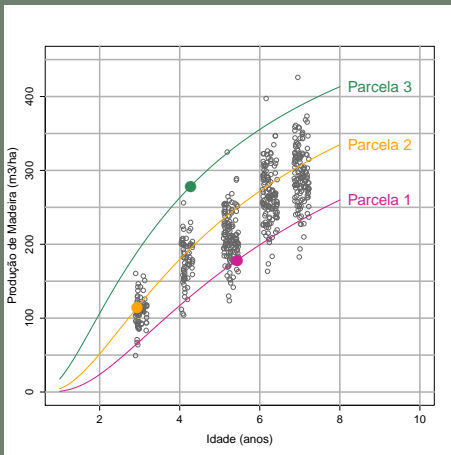
» Exemplo: Floresta de Eucalipto

Modelo de Predição da Produção Ajustado

$$\ln(V_2) = 1.7232 + 0.0196 S - 2.0369 \left(\frac{1}{I_2} \right) + \\ + 1.1648 \left(\frac{I_1}{I_2} \right) \ln(G_1) + 4.1049 \left(1 - \frac{I_1}{I_2} \right)$$

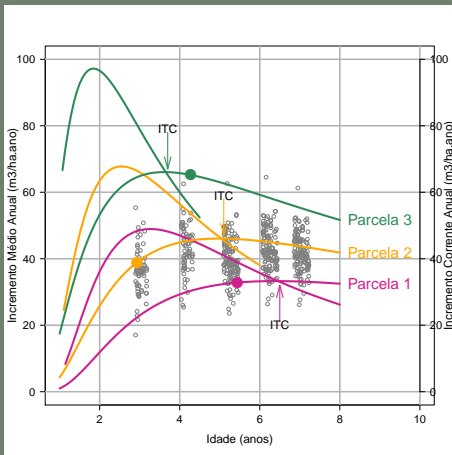
» Exemplo: Floresta de Eucalipto

Predição da Produção



» Exemplo: Floresta de Eucalipto

Idade Técnica de Corte (ITC)



» FIM

Obrigado pela atenção!