

Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”
LCF-5875 Oficina de Educação Superior

**Plano de ensino da disciplina: Construção e seleção de modelos
dendrométricos**

Aluno

Edgar de Souza Vismara
Departamento de Ciências Florestais
Centro de Métodos Quantitativos

Piracicaba, 13 de maio de 2010.

0.1 Estrutura da disciplina

- Universidade de São Paulo.
- Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".
- Departamento de Ciências Florestais.
- Curso de Engenharia Florestal.
- Disciplina: Construção e seleção de modelos dendrométricos.
- Disciplina optativa.
- Tipos de aula: teórico-prática.
- Carga horária: 4 créditos, 15 semanas, 4 horas por semana.
- 1 turma teórica e 1 turma prática de 20 alunos cada.
- Pré-requisito: Mensuração Florestal
- Professor Responsável: Edgar de Souza Vismara

0.2 Justificativa

É objetivo do curso de Engenharia florestal da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", formar profissionais aptos à planejar, executar e reportar levantamentos de recursos florestais vegetais e animais com base nos métodos científicos de mensuração e amostragem. A análise de modelos empíricos dendrométricos se encontra inserida nesse rol de métodos científicos, ocupando um lugar de acentuada relevância. Sendo assim, alunos que desejem se especializar na área quantitativa como pesquisador ou profissional da iniciativa privada podem e devem ter um contato mais aprofundado com as ferramentas estatísticas de modelagem florestal. Diante da demanda de profissionais com esse perfil nos diversos setores da atividade profissional, esta disciplina se propõe à contribuir para uma melhor formação do Engenheiro Florestal no uso dessas ferramentas.

0.3 Objetivos

0.3.1 Objetivo geral

O objetivo da presente disciplina é capacitar o aluno de graduação em Engenharia Florestal no uso das ferramentas estatísticas de construção e análise de modelos empíricos dendrométricos, visando sua devida aplicação nos levantamentos florestais. Essa capacitação visa desenvolver no aluno a capacidade de interagir criticamente com os aspectos envolvidos na aplicação de modelos estatísticos, permitindo-lhes observar com clareza as potencialidades e limitações do uso dessa ferramenta.

0.3.2 Objetivos específicos

- Capacitar o aluno nas técnicas de regressão linear, para que este adquira um instrumental básico de aplicação em modelos empíricos florestais ou modelos empíricos de outra natureza;
- Apresentar aos alunos os principais modelos dendrométricos através de sua aplicação nos diversos momentos do processo de levantamento dos recursos florestais;
- Desenvolver nos alunos um senso crítico com relação a importância do uso criterioso da modelagem empírica através de um contato direto com problemas de aplicação simulados e com a literatura da área e
- Desenvolver a capacidade de resolução de situações-problema por meio da interação com os outros componentes do grupo de trabalho.

0.3.3 Objetivo Oculto

Apresentar um setor da profissão cuja aplicabilidade e importância, na minha opinião, é desvalorizada por maior parte dos discentes. Essa desvalorização se deve ao fato deste assunto se apresentar à eles como sendo de cunho pouco prático e de teoria muito árida. Pretendo, pois, através desta disciplina dissipar um pouco, que seja, esse mito através do estudo da modelagem através de processos de problematização e aplicação prática.

0.4 Conteúdo

0.4.1 Ementa

Introdução à regressão linear. Ajustando modelos lineares. Análise de variância. Critérios estatísticos para seleção de modelos de regressão. Relação hipsométrica. Equações volumétricas. Forma da árvore. Classificação dos sítios florestais. Introdução ao estudo do crescimento.

0.4.2 Programa analítico

UNIDADE 1 - Introdução à regressão linear

- 1.1 - Por que estudar regressões?;
- 1.2 - O modelo linear empírico através da interpretação dos coeficientes;
- 1.3 - Sistemas de equações normais;
- 1.4 - Modelos matemáticos;

UNIDADE 2 - Ajustando modelos lineares

- 2.1 - Método dos mínimos quadrados;
- 2.2 - Matriz algébrica;
- 2.3 - Regressão ordinária e regressão ponderada;

UNIDADE 3 - Análise de variância

- 3.1 - Motivação ou desmotivação?;
- 3.2 - Teste F parcial e seqüencial;
- 3.3 - Teste de hipótese;
- 3.5 - Teste de hipótese em regressão ponderada;
- 3.6 - Erro puro e falta de ajuste.
- 3.7 - Por que estudar tudo isso?

UNIDADE 4- Critérios estatísticos para seleção de modelos de regressão

- 4.1 - Coeficiente determinação;
- 4.2 - Índice de Furnival;
- 4.3 - Erro padrão da estimativa;
- 4.4 - Distribuição de resíduos;
- 4.5 - Critérios de informação ou uma alternativa para tudo isso

UNIDADE 5 - Relação hipsométrica

- 5.1 - Motivação;
- 5.2 - Relação diâmetro/altura (relação hipsométrica);
- 5.3 - Povoamentos coetâneos e dissetâneos;
- 5.5 - Principais modelos para representar a relação hipsométrica;
- 5.5 - Aplicação e seleção dos modelos do ponto de vista preditivo.

UNIDADE 6 - Equações volumétricas

- 6.1 - Motivação;
- 6.2 - Relação entre volume diâmetro e altura;
- 6.3 - Especificidades dos povoamentos plantados e nativos;
- 6.4 - Principais modelos utilizados para representar as equações volumétricas;
- 6.5 - A plicação e seleção dos modelos do ponto de vista preditivo.

UNIDADE 7 - Forma da árvore

- 7.1 - Motivação;
- 7.2 - Evolução do estudo da forma das árvores;
- 7.3 - Variáveis mais comuns utilizadas nos modelos. Modelos polinomiais;
- 7.4 - Determinação da altura para um determinado diâmetro e de um diâmetro para uma determinada altura;
- 7.5 - Sortimento do volume.

UNIDADE 8 - Classificação dos sítios florestais

- 8.1 - Motivação;
- 8.2 - Determinação da qualidade do Sítio;
- 8.3 - Coleta de dados para a construção de curvas de índice de sítio;
- 8.4 - Seleção das árvores que comporão a amostra para a determinação das curvas de índice de sítio;
- 8.5 - Modalidades de curvas de índice de sítio. Curvas anamórficas e polimórficas;
- 8.6 - Métodos para construção das curvas de índice de sítio. Curva guia e diferença algébrica
- 8.7 - A plicação e seleção dos modelos do ponto de vista preditivo.

UNIDADE 9 - Introdução ao estudo do crescimento

- 9.1 - Motivação;

9.2 - Crescimento e incremento das principais variáveis dendrométricas;

9.3 - Coleta dos dados para estudos de crescimento: parcelas fixas e análise de tronco;

9.4 - Modelos para expressar o crescimento de florestas nativas e plantadas;

9.5 - Cuidados ao se fazer a predição a partir de modelos

0.5 Metodologia

O aprendizado das ferramentas de modelagem para alunos de graduação deve ser feito através da apresentação da teoria com a profundidade suficiente para o entendimento dos mecanismos básicos envolvidos na aplicação destes. O aprofundamento deve se dar justamente nos aspectos da aplicação criteriosa desta teoria em problemas que simulem situações reais do cotidiano da profissão. Isso deve ocorrer para que o aluno não perca o interesse pelos aspectos teóricos por considera-lo de pouca utilidade. Desta maneira, pretende-se ater à aspectos mais teóricos no início do curso, afim de fornecer o ferramental necessário ao aluno para procurar soluções quando colocado diante de situações práticas desafiadoras que serão desenvolvidas no decorrer do semestre.

Os aspectos teóricos serão abordados em aulas expositivas introdutórias e nas leituras semanais. Os aspectos de problematização e solução por meio do ferramental adquirido se dará através de atividades práticas individuais e em grupo. Busca-se assim, que o que foi apreendido em sala de aula, se transforme em algo concreto na vida profissional dos alunos não ficando apenas no âmbito da obtenção dos créditos necessários à obtenção do diploma.

A organização desses métodos de ensino aprendizagem será detalhado a seguir.

0.5.1 Atividades em sala de aula

- Aulas expositivas: Visam apresentar aspectos eminentemente teóricos da disciplina afim de fornecer o ferramental necessário aos alunos para o entendimento do problema, sua importância e a forma de solucioná-lo.
- Aulas práticas na sala de aula informatizada: Visam apresentar aspectos teóricos

de forma mais interativa, além de aumentar o rol de ferramnetas do profissional por meio do aprendizado de um software especico e gratuito.

- Resolução de problemas teórico praticos em grupo: Depois das aulas introdutórias de regressão, pretende-se em cada tema a ser abordado colocar o aluno diante de um problema relacionado a esse tema, propondo sua resolução em grupo para estimular a reflexão e o trabalho cooperativo.
- Apresentação oral e discussão de resultados obtidos nas aulas práticas: Não se trata de uma apresentação formal mas simplesmente uma extensão do processo de solução de problemas onde os alunos terão oportunidade de externar oralmente suas duvidas, angustias, soluções e resultados.

0.5.2 Atividades extra sala

- Leituras periódicas: A cada unidade os alunos serão convidados a ler um artigo relacionado ao tema tratado na aula para que ele identifique o problema em questão bem como o método usado para soluçona-lo.
- Elaboração de relatório de sentimentos em relação à atividade prática: Toda atividade prática em grupo envolverá a confecção de um relatório onde os alunos poderão externar suas dúvidas, angustias, críticas, elogios acerca do tema e da forma como ele foi abordado.
- Apresentação de seminário sobre artigo técnico ou científico de âmbito da disciplina: O aluno deverá ao final do semestre apresentar a leitura de um artigo científico, associando-o aos temas abordados em aula, bem como incluindo alguma impressão pessoal sobre o assunto.

0.6 Avaliação

0.6.1 Instrumentos

- Exame Teórico Parcial e Final sobre os assuntos teóricos abordados na disciplina.

- Exame Prático Parcial e Final envolvendo a aplicação da modelagem no software estatístico utilizado.
- Avaliação dos relatórios de atividade prática, verificando o posicionamento crítico dos alunos bem como coletando um feed back acerca do andamento do processo de ensino aprendizagem.
- Avaliação da apresentação do seminário sobre artigo técnico e ou científico de âmbito da disciplina, observando capacidade de compreensão, síntese e fluência sobre os assuntos discutidos durante o semestre.
- Avaliação do desempenho do alunos nas diferentes atividades desenvolvidas na sala de aula através da verificação do seu nível de participação, interação com o grupo e posicionamento crítico.

0.6.2 Critérios

- Exame Teórico Parcial e Final: Notas de zero à dez e peso 2.
- Exame Prático Parcial e Final: Notas de zero à dez e peso 2
- Avaliação dos relatórios de atividade prática: Trata-se de uma nota de participação em que o aluno recebe nota máxima apenas por entregar um relatório coerente e tendo peso 1.
- Avaliação da apresentação do seminário sobre artigo técnico e ou científico de âmbito da disciplina: Notas de zero à dez e peso 2
- Avaliação do desempenho e participação dos alunos: Podem ajudar no complemento das notas das avaliações anteriores, caso necessário.

A média final será calculada através de uma média ponderada das avaliações acima e de acordo com seus respectivos pesos.

0.7 Programa de aulas

Tabela 1: Organização do conteúdo programático nas quinze semanas de aula previstas para o curso.

SEMANA	CONTEÚDO	ATIVIDADES		BIBLIOGRAFIA	
		TEÓRICA	PRÁTICA	BÁSICA	OPCIONAL
1	Unidade 1	Aula expositiva	Aula na SAI	0 e 1	2 e 3
2	Unidade 2	Aula expositiva	Aula na SAI	0 e 1	-
3	Unidade 2	Aula expositiva	Aula na SAI	0 e 1	-
4	Unidade 3	Aula expositiva	Aula na SAI	0 e 1	-
5	Unidade 4	Aula expositiva	Aula na SAI	11	0 e 1
6	Unidade 5	Aula expositiva	Aula na SAI	1	2 e 3
7	Unidade 5	Aula expositiva	Aula na SAI	5	2 e 3
8	-	Avaliação parcial	Avaliação parcial	-	-
9	Unidade 6	Aula expositiva	Aula na SAI	1	2, 3 e 4
10	Unidade 6	Aula expositiva	Aula na SAI	6	2, 3 e 4
11	Unidade 7	Aula expositiva	Aula na SAI	7	1
12	Unidade 8	Aula expositiva	Aula na SAI	2	8
13	Unidade 9	Aula expositiva	Aula na SAI	9	10
14	-	Avaliação final	Avaliação final	-	-
15	-	Seminários	-	-	-

0.8 Bibliografia Básica

0. CHATTERJEE, S.; PRICE, B. Regression analysis by example. 2.ed., New York: John Wiley, 1991. 278p.
1. SCOLFORO, J. R. Técnica de regressão aplicada para estimar: volume, biomassa, relação hipsométrica e múltiplos produtos de madeira. Lavras. ESAL/FAEPE. 1997.
2. CLUTTER, J. L. Timber Manegement: A quantitative approach. New York: John Wiley, 1983. 351p.
3. AVERY, T. E.; BURKHART, H. E. Forest measurements. 3.ed., New York: Mcgraw-Hill, 1983. 351p.
4. FINGER, C. A. G. Fundamentos de biometria florestal. Santa Maria. USM/ CEPEF/ FATEC, 1992. 269 p.
5. BATISTA, J. L. F.; COUTO, H. T. Z.; MARQUESINI, M. Desempenho de modelos de relações hipsométricas: estudos em três tipos de floresta. Scientia Forestalis, Piracicaba, n.60, p.149-63, dez.2001.
6. BATISTA, J. L. F.; MARQUESINI, M.; VIANA, V. M. Equações de volume para árvores de caxeta (*Tabebuia cassinoides*) no Estado de São Paulo e sul do Estado do Rio de Janeiro. Scientia Forestalis, Piracicaba, n.65, p.162-73, jun.2004.
7. ASSIS, A. L.; SCOLFORO, J. R. S.; MELLO, J. M.; ACERBI JR., F. W.; OLIVEIRA, A. D. Comparação de modelos polinomiais segmentados e não-segmentados na estimativa de diâmetros e volumes ao longo do fute de Pinu taeda. Cerne, Lavras, v.7, n.1, p.20-40, 2001.
8. SELLE, G. L.; SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G. Classificação de sítio para *Pinus taeda* L., através da altura dominante, para a região de Cambará do Sul, RS, Brasil. Ciência Florestal, Santa Maria, v.4, n.1, p.77-95, nov.1994.
9. SCOLFORO, J. R. Modelagem do Crescimento e da Produção de Florestas Plantadas e Nativas. Lavras. ESAL/FAEPE. 1998.

10. STEIN, F. R.; LEITE, H. G. Desenvolvimento em modelagem de crescimento e produção de florestas equiâneas. *Folha Florestal*, Viçosa, n.95, p.21-2, 2000.
11. VISMARA, E de S. Mensuração da Biomassa e Seleção de Modelos para a Construção de Equações de Biomassa. Dissertação de mestrado. ESALQ/USP. Piracicaba, 2009.

0.9 Bibliografia Complementar

12. GOMES, A. M. Medição dos Arvoredos. Lisboa.Livraria Sá da Costa. 1957.413 p.
13. HUSCH, B.,MILLER, C. I. and BEERS, T. W. Forest Mensuration. New York, Ronald Press Co. 1972. 410 p.
14. OLIVEIRA, M. L. R.; SOARES, C. P. B.; SOUZA, A. L.; LEITE, H. G. Equações de volume de povoamento para fragmentos florestais naturais do município de Viçosa, Minas Gerais. *Revista Árvore*, Viçosa, v.29, n.2, p.213-25, mar./abr.2005.
15. CUNHA, F. R. C.; SCOLFORO, J. R. S.; OLIVEIRA, A. D.; CALEGARIO, N. e KANEGAE, H. Uso da diferença algébrica para construção de curvas de índice de sítio para *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla* na região de Luiz Antonio - SP. *Cerne*, Lavras, v.2, n.2, p.119-41, 1996.
16. SCOLFORO, J. R. S.; MACHADO, S. A. Um sistema de crescimento e produção com simulador de desbaste. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, n.50, p.51-64, dez.1996.