

LCF5734
MANEJO FLORESTAL
AVANÇADO
(Introdução)

**Evolução do uso no Brasil
das técnicas matemáticas
de programação linear
para a gestão de plantios
florestais industriais**

*e a sua contribuição para o
manejo sustentável em nível de
paisagem*



ÍNDICE

Contextualização	3
Paradigmas	5
A entrada da Programação Linear como ferramenta de gestão no setor florestal	12
Difusão do uso da Programação Linear como ferramenta de gestão estratégica da floresta	15
Modelo básico e variações aplicados em um exemplo	16
Tendências do uso da programação linear e interesses futuros	35
Comentários finais	38

Importância das florestas industriais plantadas no Brasil

Os dados mais recentes da Ibá* indicam que as duas principais espécies florestais plantadas para fins industriais ocupam uma área total de aproximadamente **7,8 milhões de hectares: *Pinus* com 28% e *Eucalyptus* com 72%.**

Se considerada apenas a área declarada pelos membros da ABRAF, esses gestores florestais manejam complementarmente uma área próxima aos **5,6 milhões de hectares com áreas naturais (APP+RL+RPPN).**

* Indústria Brasileira de Árvores. Anuário Estatístico 2016.

Qual a escala dessa operação?



Se toda a madeira consumida no mundo fosse produzida em florestas que crescem à razão de 20 m³/ha/a a 25 m³/ha/a, precisaríamos de

75 milhões de ha em 2005,

e de

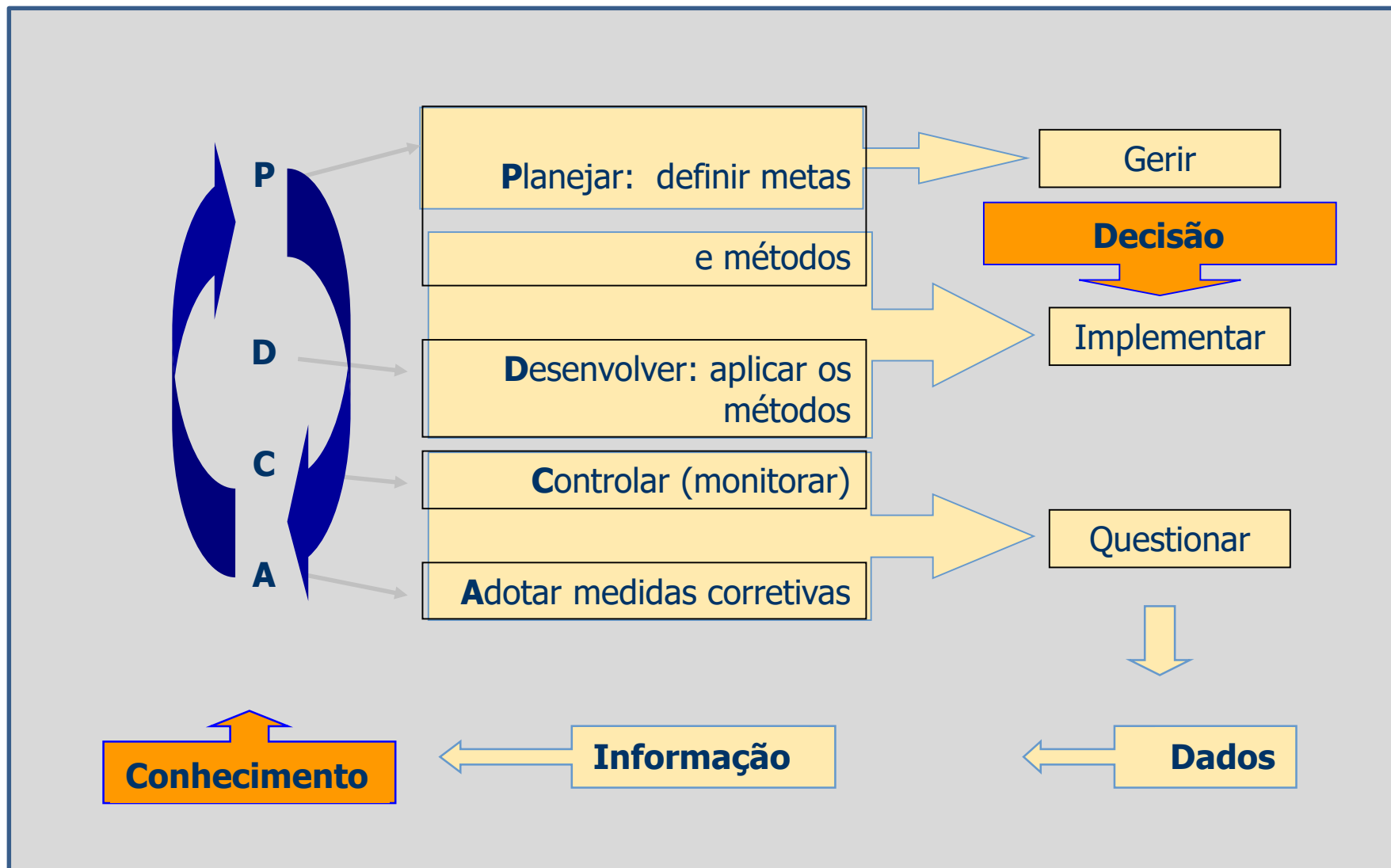
83 milhões de ha em 2015*

* Projeções apresentadas pela Pöyry na Helsinki Summer School de 2007

Como mitigar os impactos dessa operação?

- Para o manejo com mínimo impacto, é necessário considerar a **interação** das florestas plantadas com outros **ciclos** biofísicos locais, regionais e globais, principalmente **hidrológicos**
- O manejo deve se sujeitar aos impactos que provoca sobre os ciclos hídricos, solo e biodiversidade.
- Gestão da unidade florestal (UMF) = Gestão de complexas inter-relações ecossistêmicas
- Portanto, os modelos devem incorporar:
 - A manutenção balanceada das funções hidrológicas no nível da bacia
 - A consideração de impactos em todas as escalas: local, montante e jusante
 - O monitoramento sistemático da fertilidade e das características físicas do solo
 - A garantia de um mínimo de interconectividade para a manutenção de fluxos genéticos naturais
 - **Melhoria contínua** das práticas de manejo florestal

Qual parte o gestor pode melhorar?



Qual decisão?

Escolha do melhor **regime de manejo***
que resulta na produção de matéria-prima florestal

- com máxima flexibilidade (Inovação)
- com o menor custo (Eficiência)
- com qualidade (Eficácia)
- na hora certa (Velocidade)

sujeita a restrições

- ambientais, técnicas,
- operacionais, sociais e
- econômicas.



***regime de manejo**: prescrição que define intervenções e atividades que devem ser monitoradas e controladas

... e ainda tendo que contornar os seguintes problemas (complexidades):



- Incertezas (clima, pragas, doenças)
- Variabilidade (solo, material genético, rendimentos)
- Extensão e dispersão espacial dos recursos
- Objetivos ambientais, sociais e econômicos (conflitantes)
- Dinamismo dos mercados (produto, insumos, RH)
- Comunicação e imagem

Como lidar com esse nível de complexidade?



O bom desempenho em todas as fases depende da acuidade e eficiência com que se disponibilizam informações.

Bancos de dados relacionais são a base para sistemas de informação geográfica eficientes e consistentes.

Uma proposta de estrutura relacional básica para dados florestais.

Banco relacional

SQL

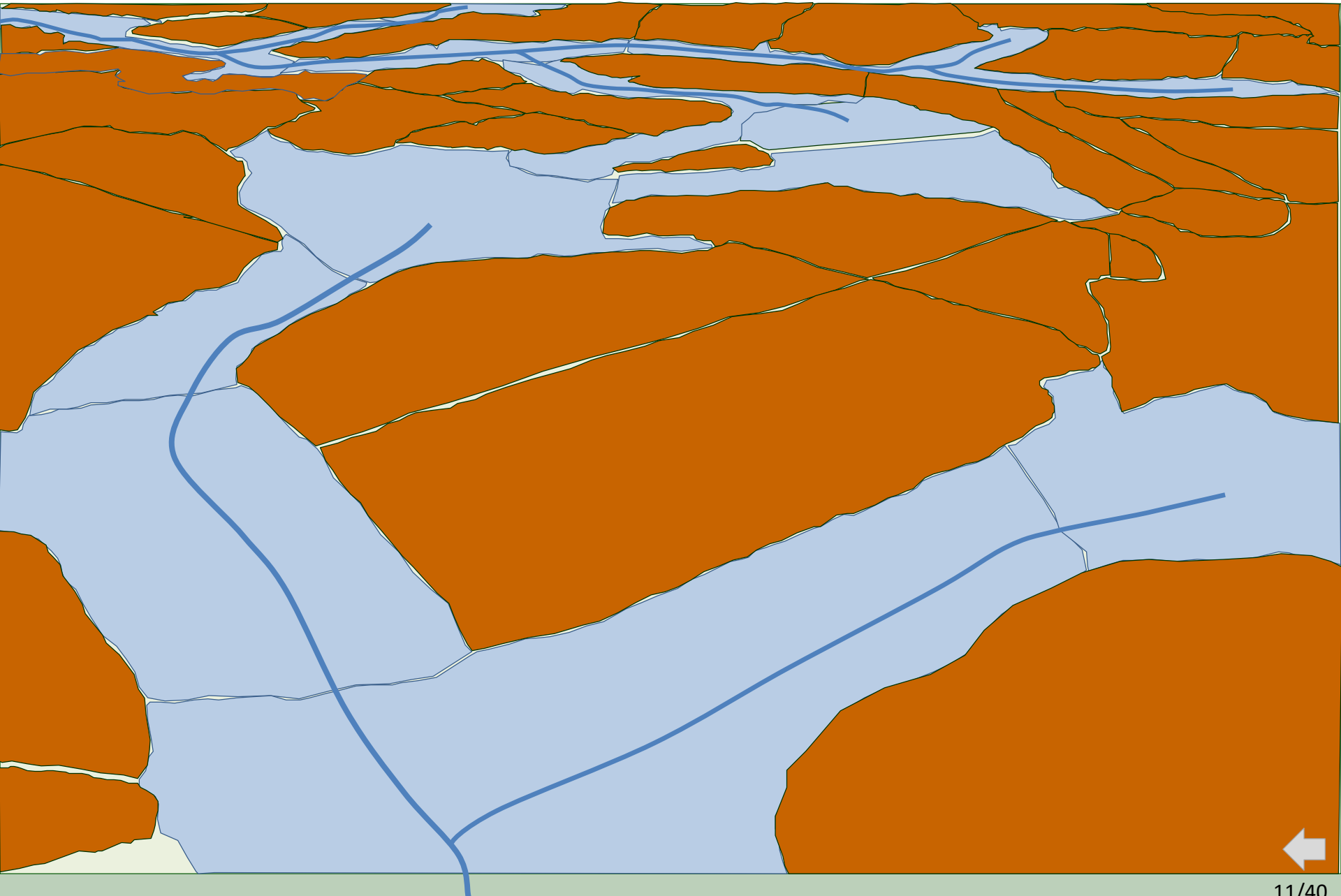


SIG

Bases de dados relacional: uma proposta de arquitetura



Elementos essenciais em uma base de dados SIG



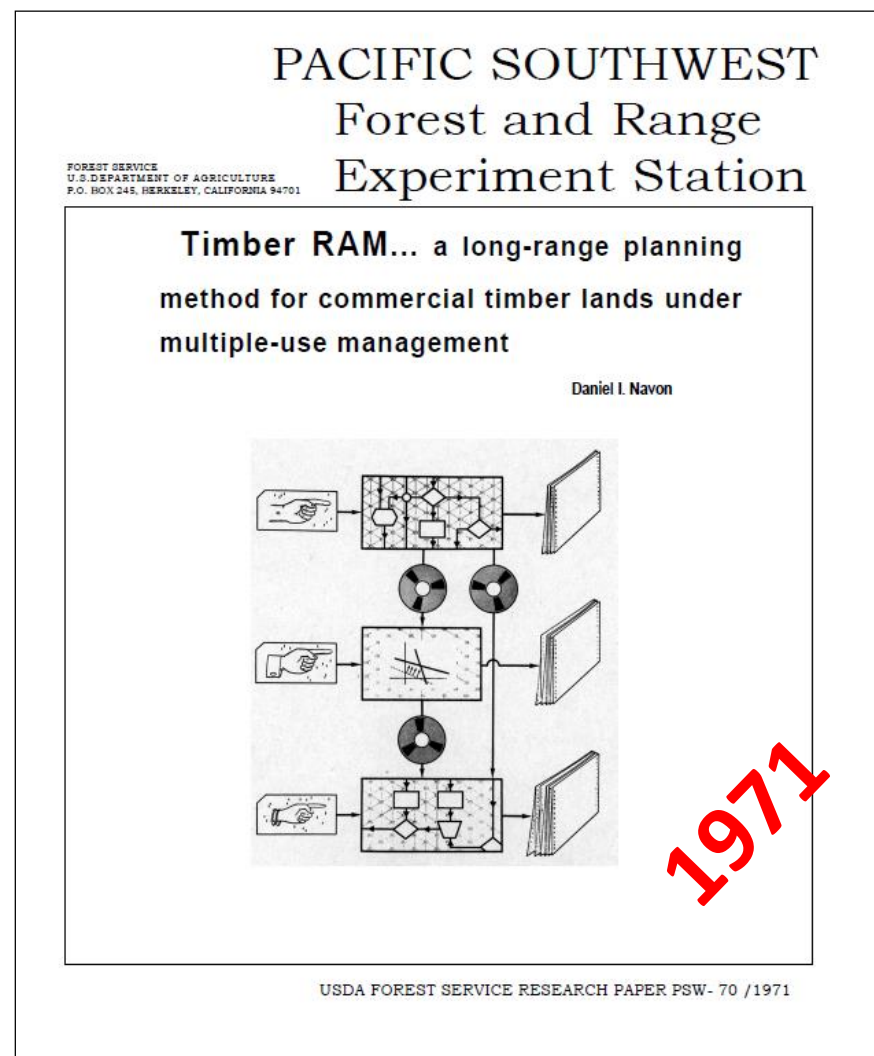
A partir de quando as técnicas matemáticas de otimização começaram a apoiar a decisão do gestor florestal?



Primeiros usos de PL em gestão de florestas industriais no mundo

1968

Clutter, J. 1968 MAX-MILLION – A computerized forest management planning system. Georgia: Sch Forest Resources, 61 p.



Primeiros usos de PL em gestão de florestas industriais no Brasil

Planejamento florestal integrado Planflor

RESUMO. Discorre sobre a estrutura e o funcionamento do Sistema PLANFLOR, explicando a necessidade de sua criação e seus objetivos.

Fornece detalhes sobre o planejamento florestal: os elementos básicos do modelo, sua aplicação, respostas, vantagens do sistema, oferecendo ainda um exemplo hipotético de uma empresa de reflorestamento, no qual mostra o desempenho e apresenta os resultados gerados pelo PLANFLOR.

ABSTRACT. This article explains the structuring and functioning of PLANFLOR System, emphasizing the necessity and objectives of the system. The authors detail the forestry planning: basic elements of the model, its application and feedback, advantages of PLANFLOR system and its performance at results through simulation of a reforestation project.

GUSTAVO BESSA DE NOGUEIRA DIAS

Formado em engenharia agrônoma pela Escola Nacional de Agronomia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (1974). Entre outros, possui os cursos de Inventário Florestal e Extensão Rural. Ingressou na CVRD em maio de 1976. Em agosto de 1982 foi cedido a Florestas Rio Doce S.A., onde permanece até o momento. Atuando sempre no setor florestal, vem trabalhando na área de pesquisa, análise de investimentos e economia florestal. Desenvolveu vários trabalhos de inventários e progresso e avaliação de matos florestais de propriedade da CVRD, Floribta, Florestas Rio Doce e outras empresas.

MÁRTHA BORGES SCHMIDT

Engenheira civil formada em 1961 pela Universidade Federal do Espírito Santo. Trabalhou como engenheira da Coordenação Estadual de Planejamento do Espírito Santo, ingressando em 1983 na Florestas Rio Doce S.A., onde atualmente trabalha na Divisão de Desenvolvimento e Pesquisa.

ADELMO MARCOS ROSSI

Engenheiro civil formado pela Universidade Federal do Espírito Santo, em 1980. Em 1979 fez curso de Métodos de Pesquisa Operacional, no Instituto de Matemática Pura e Aplicada - RJ. Ingressou na Florestas Rio Doce S.A. em dezembro de 1982, onde trabalha atualmente no setor de Desenvolvimento e Pesquisa.

MIGUEL TAUBE NETTO

Formado em engenharia aeronáutica pelo ITA em 1963, fez curso de mestrado em engenharia mecânica pelo mesmo Instituto em 1967. E PhD em engenharia industrial (pesquisa operacional) pela Universidade de Michigan - EUA (1972). Professor do Departamento de Matemática Aplicada da Universidade Federal do Rio de Janeiro, em 1982. Ingressou na Florestas Rio Doce S.A. em 1980 a convite da Companhia de Desenvolvimento e Pesquisa.

TARCÍSIO LATERZA LOPES

Bacharel em ciência da computação pela UNICAMP, em 1978; mestre em matemática aplicada (pesquisa operacional) também pela UNICAMP, em 1982. Foi pesquisador no Laboratório de Matemática Aplicada da UNICAMP em 1980 a 1982. Atualmente é consultor autônomo.

A coordenação deste trabalho cabe a Gustavo Bessa de N. Dias, de Florestas Rio Doce e a Miguel Taube Netto, contratado por esta empresa, para, junto com o primeiro, atuar no projeto.

Rodriguez, LCE. Primeiro Relatório do
"Programa de Aprimoramento Científico de
Técnicas de Planejamento Florestal" apoiado
pela Ripasa, em parceria com o IPEF, 60p.

GERENCIAMENTO DE FLORESTAS DE *Eucalyptus* COM MODELOS DE PROGRAMAÇÃO LINEAR

Luiz Carlos E. Rodriguez
Rildo M. Moreira

1989

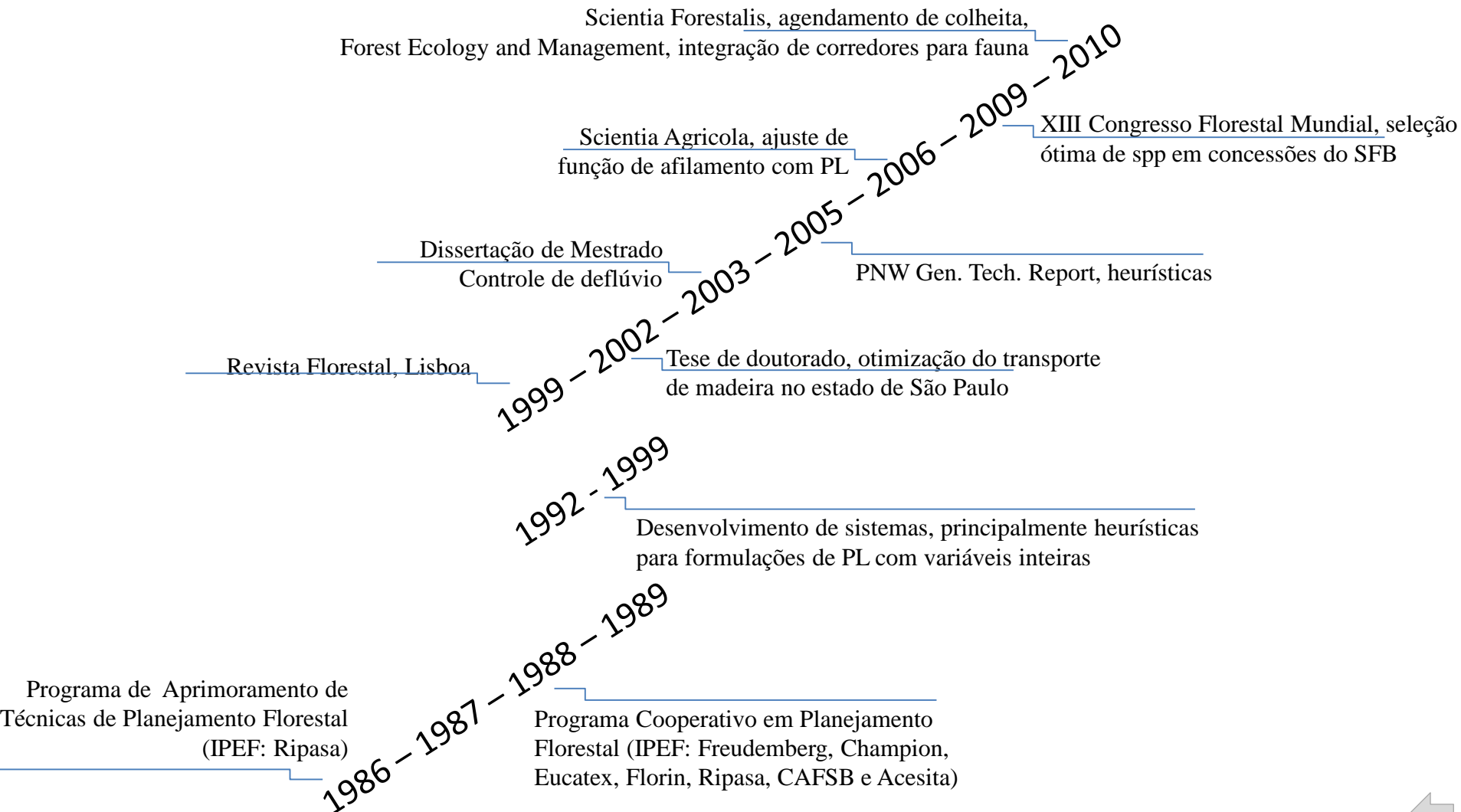


INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS
PRODUZINDO FLORESTAS COM CIÊNCIA

em convênio com
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUÍZ DE QUEIROZ"
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS



Gestão Florestal com PL – contribuições e ações mais significativas



Desenvolvimento da Formulação Matemática

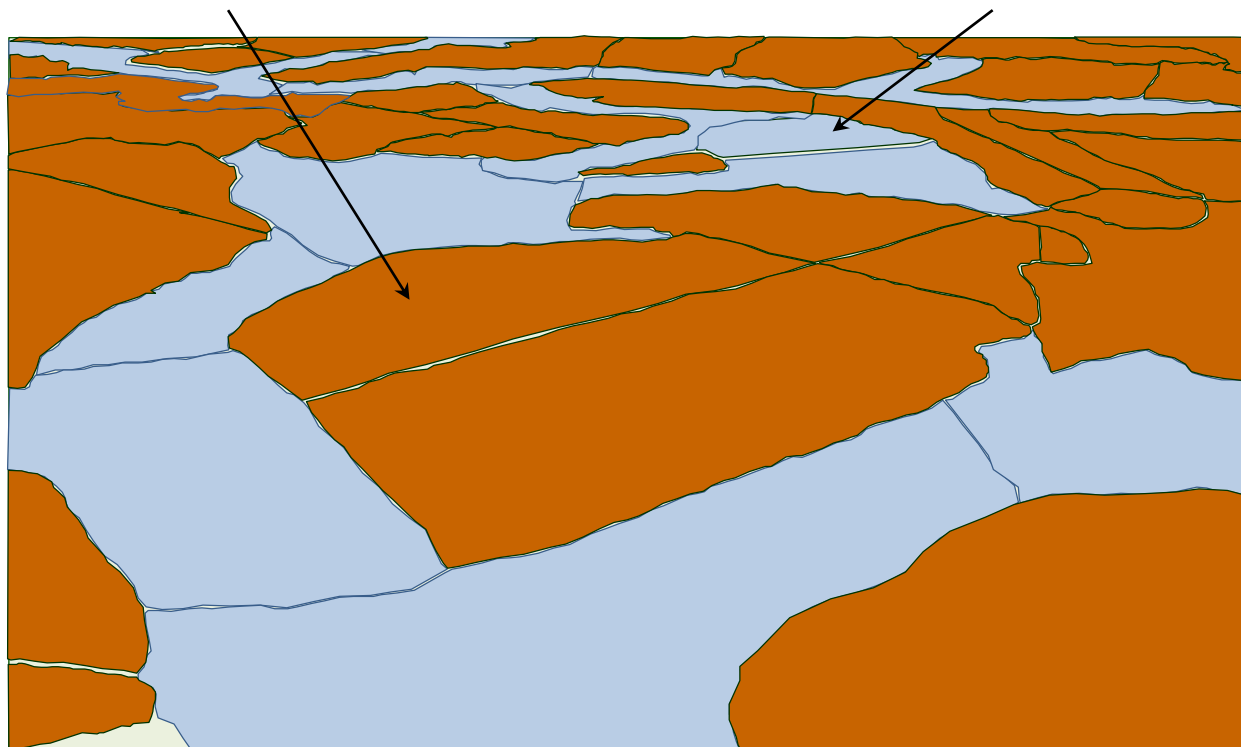
Digamos que Y mede o desempenho de um determinado plano florestal

$$Y = f(x),$$

onde x é um vetor de ações possíveis
(uma ação para cada unidade de gestão florestal)

Unidades produtivas
de gestão florestal

Unidades não produtivas
de gestão florestal



É possível otimizar
 Y
matematicamente?



O que é: Otimização Matemática?

busca de x que produz melhor valor possível para Y

O que é: Programação Matemática?

otimização matemática sujeita a
um conjunto de regras (expressas na forma de equações ou inequações)

O que é: Programação Linear?

Programação matemática
onde $\{Y, \text{regras}\}$ são expressas linearmente



Como: a Programação Linear ajuda o gestor florestal?

Inicialmente, algumas poucas definições:

unidades de gestão florestal (n **UGFs**)
talhões, parcelas etc.

horizonte de planejamento (T)
período de tempo no qual se avalia as ações do gestor florestal

regimes de manejo florestal (m **RMFs**)
conjunto de prescrições florestais,
ou agenda de intervenções silviculturais
etc.

A principal tarefa se resume a
designar o melhor **RMF** para cada **UGF**



Problema expresso verbalmente

Para uma certa paisagem constituída por plantios florestal,

encontrar a estratégia ótima que

atenda um conjunto essencial de limitações,

tais como

área máxima sob controle do gestor

capacidade operacional da equipe

orçamento disponível

compromissos técnicos, ambientais e sociais



Problema expresso matematicamente

Z : medida global de desempenho final (por exemplo, valor presente líquido total)

X_{ij} : área (ha) da $UGF i$ manejada de acordo com o $RMF j$

c_{ij} : variação do desempenho final por hectare da $UGF i$ designada ao $RMF j$

A_i : área da $UGF i$

n : número total de $UGFs$ na paisagem sob gestão

m : número total de possíveis $RMFs$ considerados pelo gestor florestal

v_{ijt} : resposta por hectare no período t se a $UGF i$ for gerida de acordo com o $RMF j$

$Vmin_t$: resultado mínimo desejado no período t

O modelo de programação linear básico para a gestão florestal

$$\text{Maximiza (ou minimizar) } Y = \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^m c_{ij} X_{ij} \right) \quad \left. \vphantom{\sum_{i=1}^n} \right\} \text{ Função Objetivo}$$

Sujeito a:

$$\sum_{j=1}^m X_{ij} \leq A_i \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

$$\sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^m v_{ijt} X_{ij} \right) \geq VMin_t \quad (t = 1, 2, \dots, T)$$

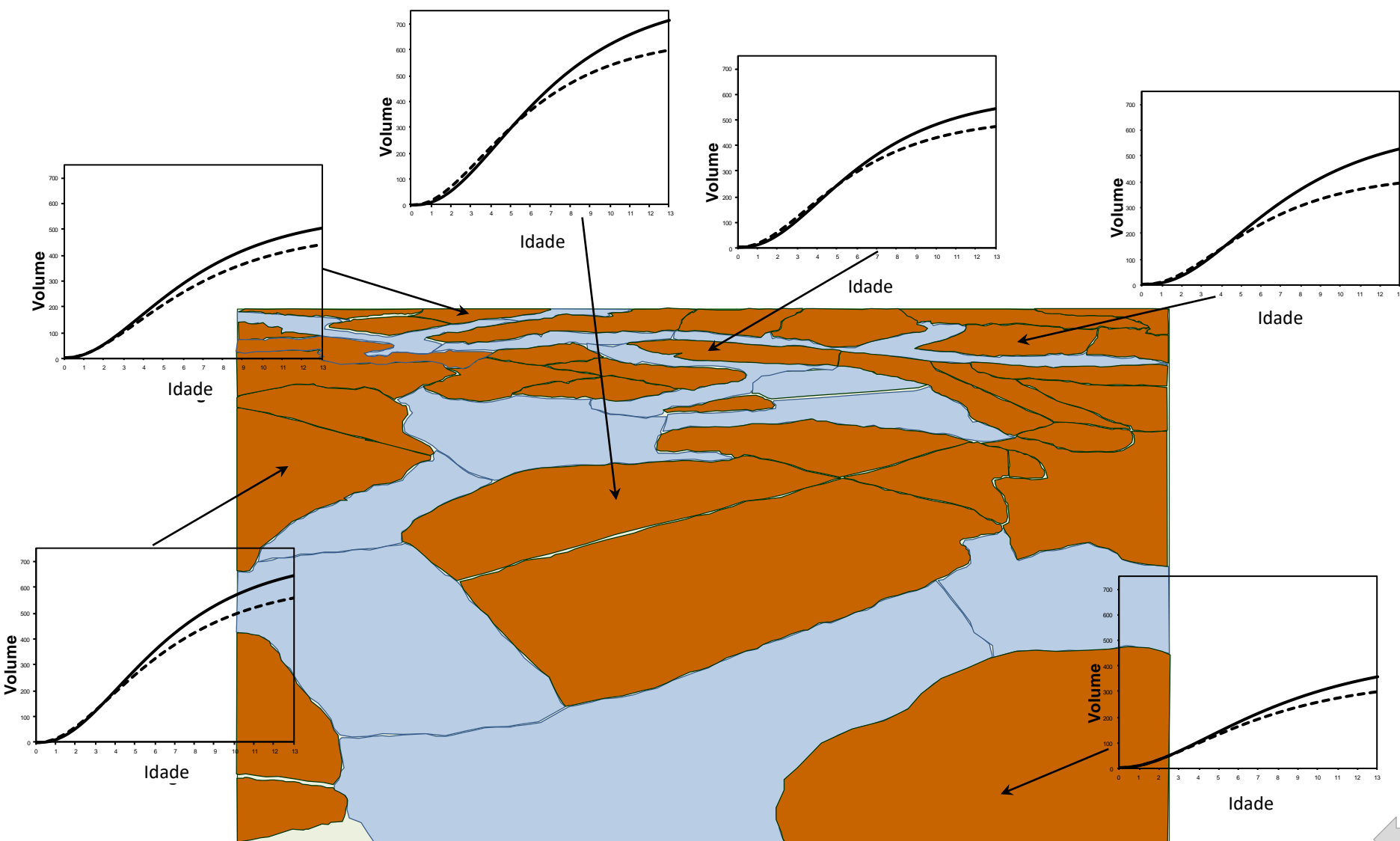
$$\left. \vphantom{\sum_{j=1}^m} \right\} \text{ Restrições}$$

$$X_{ij} \geq 0$$

Ilustrando com uma aplicação envolvendo *talhadia simples*



Estimativas de v_{ijt} (funções de produção, curvas de resposta etc.)



Criando regimes de manejo e estimativas de desempenho

UGF 1 (2a. rotação com 6 anos no ano 1)																						Valor Presente (\$/ha)		
Regime	Rotação 1	Rotação 2	Horizonte de Planejamento																					
	Cutting at age		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		20	21
1	6	6	CR						CC						CR						CC			9.296,61
2	6	7		CR						CC							CR						CC	9.229,09
3	6	8			CR						CC								CR					9.042,78
4	7	6	CR							CC						CR								9.322,90
5	7	7		CR							CC							CR						9.267,23
6	7	8			CR							CC								CR				9.068,17
7	8	6	CR								CC						CR							9.254,70
8	8	7		CR								CC							CR					9.199,29
9	8	8			CR								CC								CR			9.008,16
UGF 2 (2a. rotação com 5 anos no ano 1)																						Valor Presente (\$/ha)		
Regime	Rotação 1	Rotação 2	Horizonte de Planejamento																					
	Cutting at age		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		20	21
1	6	6		CR						CC						CR								9.798,41
2	6	7			CR						CC							CR						9.692,53
3	6	8				CR						CC								CR				9.420,77
4	7	6		CR							CC						CR							9.841,57
5	7	7			CR							CC							CR					9.722,94
6	7	8				CR							CC								CR			9.454,24
7	8	6		CR								CC						CR						9.776,64
8	8	7			CR									CC						CR				9.664,42
9	8	8				CR									CC							CR		9.404,26

CR: corta e reforma

CC: corta e conduz a brotação



Criando regimes de manejo e estimativas de desempenho

UGF 3 (1a. rotação com 1 ano no ano 1)																						Valor Presente (\$/ha)		
Regime	Rotação 1	Rotação 2	Horizonte de Planejamento																					
	Cutting at age		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		20	21
1	6	6						CC						CR						CC				6.121,57
2	6	7						CC							CR						CC			6.102,85
3	6	8						CC								CR						CC		6.013,65
4	7	6							CC						CR						CC			6.151,44
5	7	7							CC							CR						CC		6.133,31
6	7	8							CC								CR					CC		5.929,91
7	8	6								CC						CR						CC		5.932,28
8	8	7									CC						CR					CC		5.927,24
9	8	8										CC						CR						5.877,21
UGF 4 (1a. rotação com 5 anos no ano 1)																						Valor Presente (\$/ha)		
Regime	Rotação 1	Rotação 2	Horizonte de Planejamento																					
	Cutting at age		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		20	21
1	6	6		CC						CR					CC							CR		4.202,39
2	6	7		CC							CR					CC							CR	4.253,65
3	6	8		CC								CR					CC							4.248,71
4	7	6			CC						CR						CC							4.297,25
5	7	7			CC							CR							CC					4.342,53
6	7	8			CC								CR							CC				4.336,44
7	8	6				CC						CR								CC				4.313,26
8	8	7				CC								CR							CC			4.354,55
9	8	8				CC									CR							CC		4.348,75

CR: corta e reforma

CC: corta e conduz a brotação



Criando regimes de manejo e estimativas de desempenho

UGF 5 (2a. rotação com 3 anos no ano 1)																						Valor Presente (\$/ha)		
Regime	Rotação 1	Rotação 2	Horizonte de Planejamento																					
	Cutting at age		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		20	21
1	6	6				CR						CC						CR						5.899,25
2	6	7					CR						CC							CR				5.853,77
3	6	8						CR						CC								CR		5.714,45
4	7	6				CR							CC						CR					5.890,00
5	7	7					CR							CC							CR			5.846,37
6	7	8						CR							CC								CR	5.710,43
7	8	6				CR								CC						CR				5.820,09
8	8	7					CR								CC							CR		5.782,18
9	8	8						CR								CC								5.653,15
UGF 6 (2a. rotação com 4 anos no ano 1)																						Valor Presente (\$/ha)		
Regime	Rotação 1	Rotação 2	Horizonte de Planejamento																					
	Cutting at age		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		20	21
1	6	6			CR						CC						CR						CC	5.482,86
2	6	7				CR						CC					CR							5.510,78
3	6	8					CR						CC					CR						5.388,40
4	7	6			CR							CC						CR						5.591,81
5	7	7				CR							CC						CR					5.579,43
6	7	8					CR							CC							CR			5.454,90
7	8	6			CR								CC							CR				5.597,56
8	8	7				CR								CC								CR		5.585,04
9	8	8					CR								CC								CR	5.462,32

CR: corta e reforma

CC: corta e conduz a brotação



Obtendo soluções com programas acessíveis (*solver do MS Excel*[®])

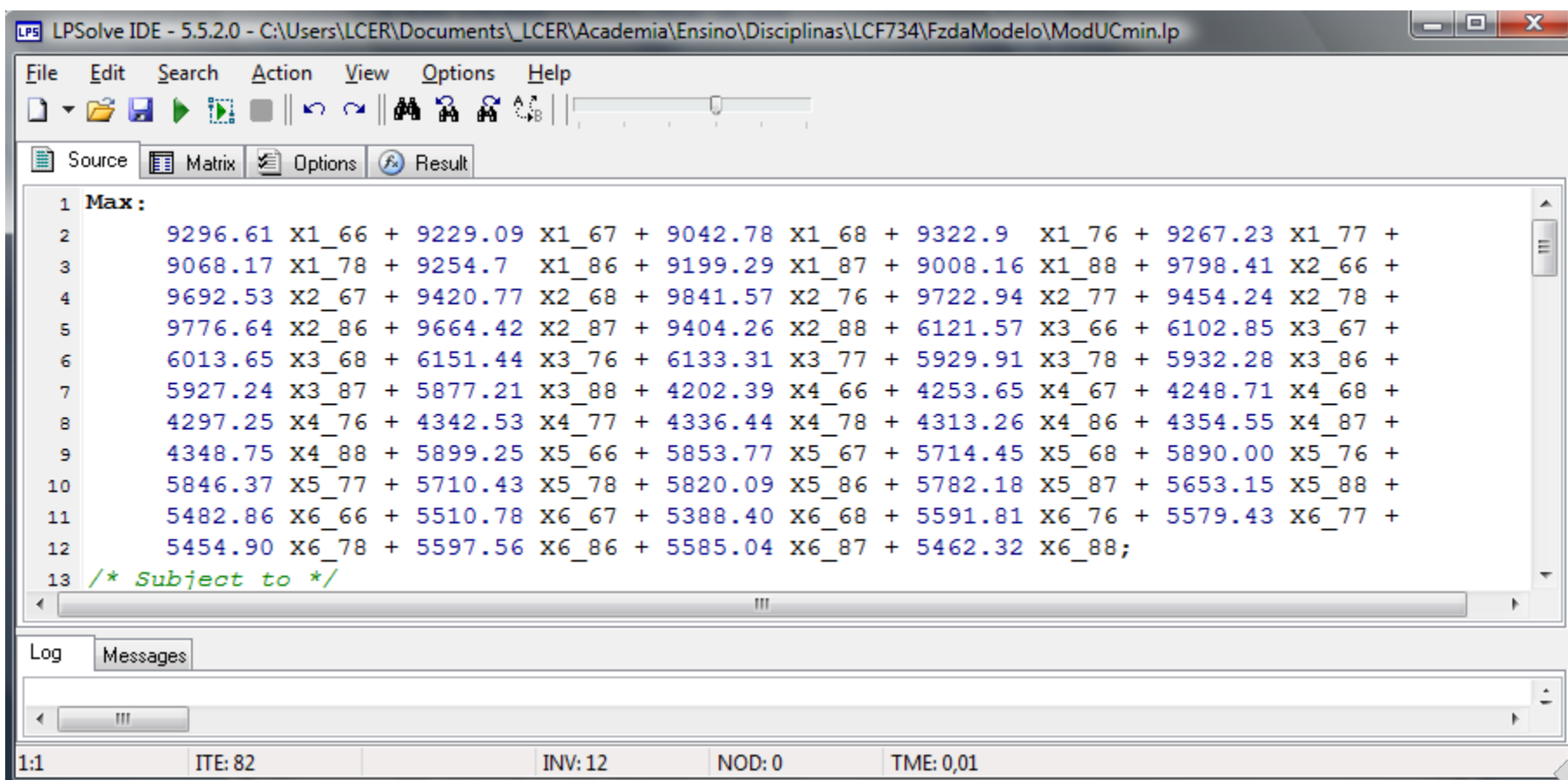
		X1_66	X1_67	X1_68	X1_76	X1_77	X1_78	X1_86	X1_87	X1_88	X2_66	X2_67	X2_68	X2_76	X2_77	X2_78	X2_86	X2_87	X2_88	X6_88					
Obj. F.		9.297	9.229	9.043	9.323	9.267	9.068	9.255	9.199	9.008	9.798	9.693	9.421	9.842	9.723	9.454	9.777	9.664	9.404	5.462	0				
Solution		56,34	0,00	0,00	56,31	35,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	54,64	12,51	0,00	5,07	0,00	0,00						
Area	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1											0,00	<=	147,90		
	2										1	1	1	1	1	1	1	1	1			0,00	<=	72,23	
	3																					0,00	<=	54,11	
	4																					0,00	<=	77,70	
	5																					0,00	<=	71,96	
	6																					1	0,00	<=	71,97
Production	1	324			324			324														0	>=	20.000,00	
	2		378			378			378		366			366			366					0	>=	20.000,00	
	3			425			425			425		423		423				423				0	>=	20.000,00	
	4											471			471					471		0	>=	20.000,00	
	5																				306	0	>=	20.000,00	
	6																					0	>=	20.000,00	
	7	355																				0	>=	20.000,00	
	8		355		422						380											0	>=	20.000,00	
	9			355		422		479				380		455								0	>=	20.000,00	
	10						422		479				380		455		520					0	>=	20.000,00	
	11									479						455		520				0	>=	20.000,00	
	12																			520		0	>=	20.000,00	
	13	324																				369	0	>=	20.000,00
	14				324						366											0	>=	20.000,00	
	15		378					324						366								0	>=	20.000,00	
	16					378						423						366				0	>=	20.000,00	
	17			425					378						423							0	>=	20.000,00	
	18						425						471						423			0	>=	20.000,00	
	19	355								425						471						0	>=	20.000,00	
	20										380									471		0	>=	20.000,00	
	21		355		422																	306	0	>=	20.000,00



Obtendo soluções com programas acessíveis (software livre: *lpsolve*)

<http://sourceforge.net/projects/lpsolve/files/lpsolve/>

Função Objetivo



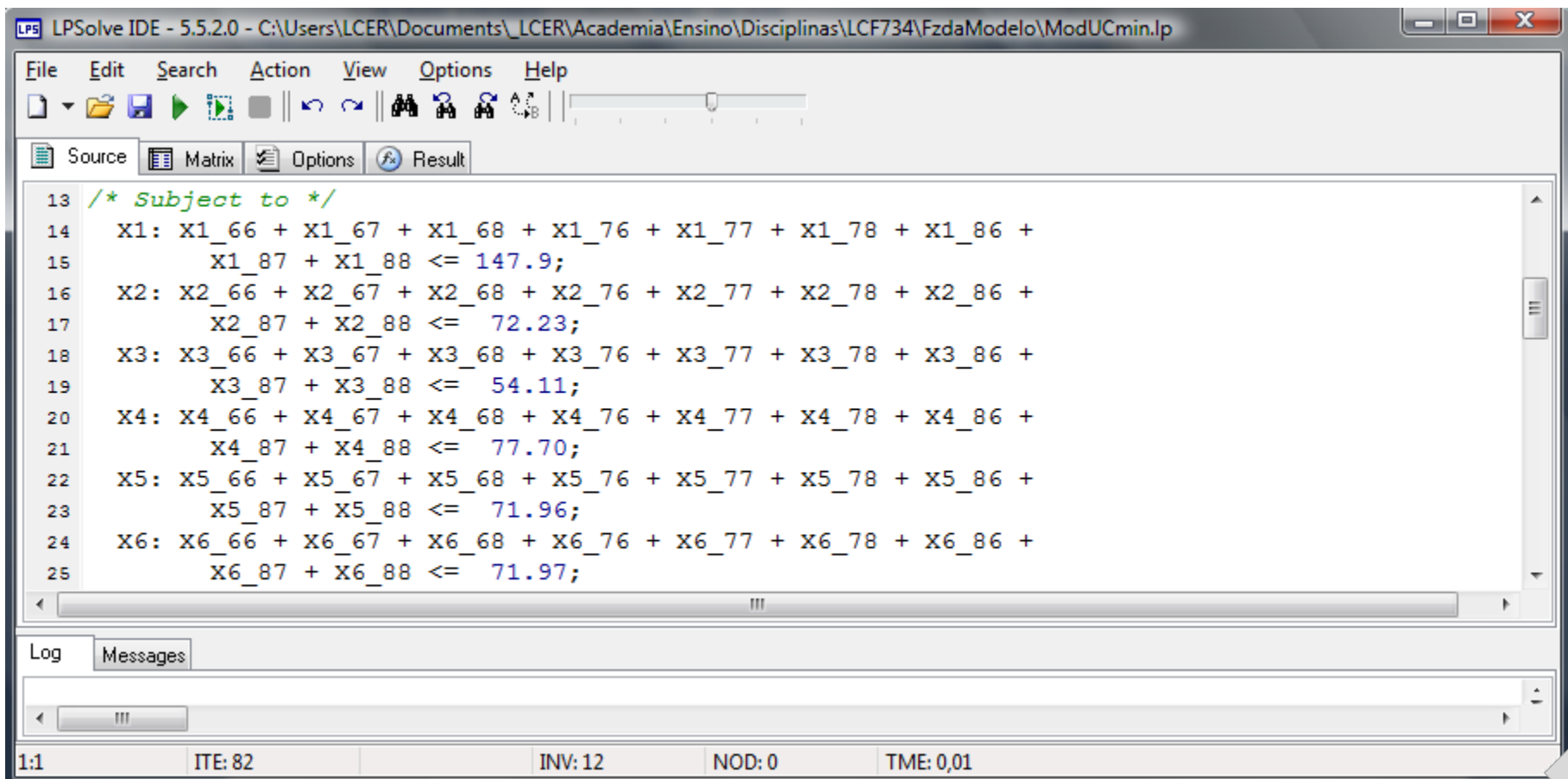
The screenshot shows the LPSolve IDE window with the following content:

```
LPSolve IDE - 5.5.2.0 - C:\Users\LCER\Documents\LCER\Academia\Ensino\Disciplinas\LCF734\FzdaModelo\ModUCmin.lp
File Edit Search Action View Options Help
Source Matrix Options Result
1 Max :
2 9296.61 X1_66 + 9229.09 X1_67 + 9042.78 X1_68 + 9322.9 X1_76 + 9267.23 X1_77 +
3 9068.17 X1_78 + 9254.7 X1_86 + 9199.29 X1_87 + 9008.16 X1_88 + 9798.41 X2_66 +
4 9692.53 X2_67 + 9420.77 X2_68 + 9841.57 X2_76 + 9722.94 X2_77 + 9454.24 X2_78 +
5 9776.64 X2_86 + 9664.42 X2_87 + 9404.26 X2_88 + 6121.57 X3_66 + 6102.85 X3_67 +
6 6013.65 X3_68 + 6151.44 X3_76 + 6133.31 X3_77 + 5929.91 X3_78 + 5932.28 X3_86 +
7 5927.24 X3_87 + 5877.21 X3_88 + 4202.39 X4_66 + 4253.65 X4_67 + 4248.71 X4_68 +
8 4297.25 X4_76 + 4342.53 X4_77 + 4336.44 X4_78 + 4313.26 X4_86 + 4354.55 X4_87 +
9 4348.75 X4_88 + 5899.25 X5_66 + 5853.77 X5_67 + 5714.45 X5_68 + 5890.00 X5_76 +
10 5846.37 X5_77 + 5710.43 X5_78 + 5820.09 X5_86 + 5782.18 X5_87 + 5653.15 X5_88 +
11 5482.86 X6_66 + 5510.78 X6_67 + 5388.40 X6_68 + 5591.81 X6_76 + 5579.43 X6_77 +
12 5454.90 X6_78 + 5597.56 X6_86 + 5585.04 X6_87 + 5462.32 X6_88;
13 /* Subject to */
Log Messages
1:1 ITE: 82 INV: 12 NOD: 0 TME: 0,01
```

Obtendo soluções com programas acessíveis (software livre: *lpsolve*)

<http://sourceforge.net/projects/lpsolve/files/lpsolve/>

Restrições de área

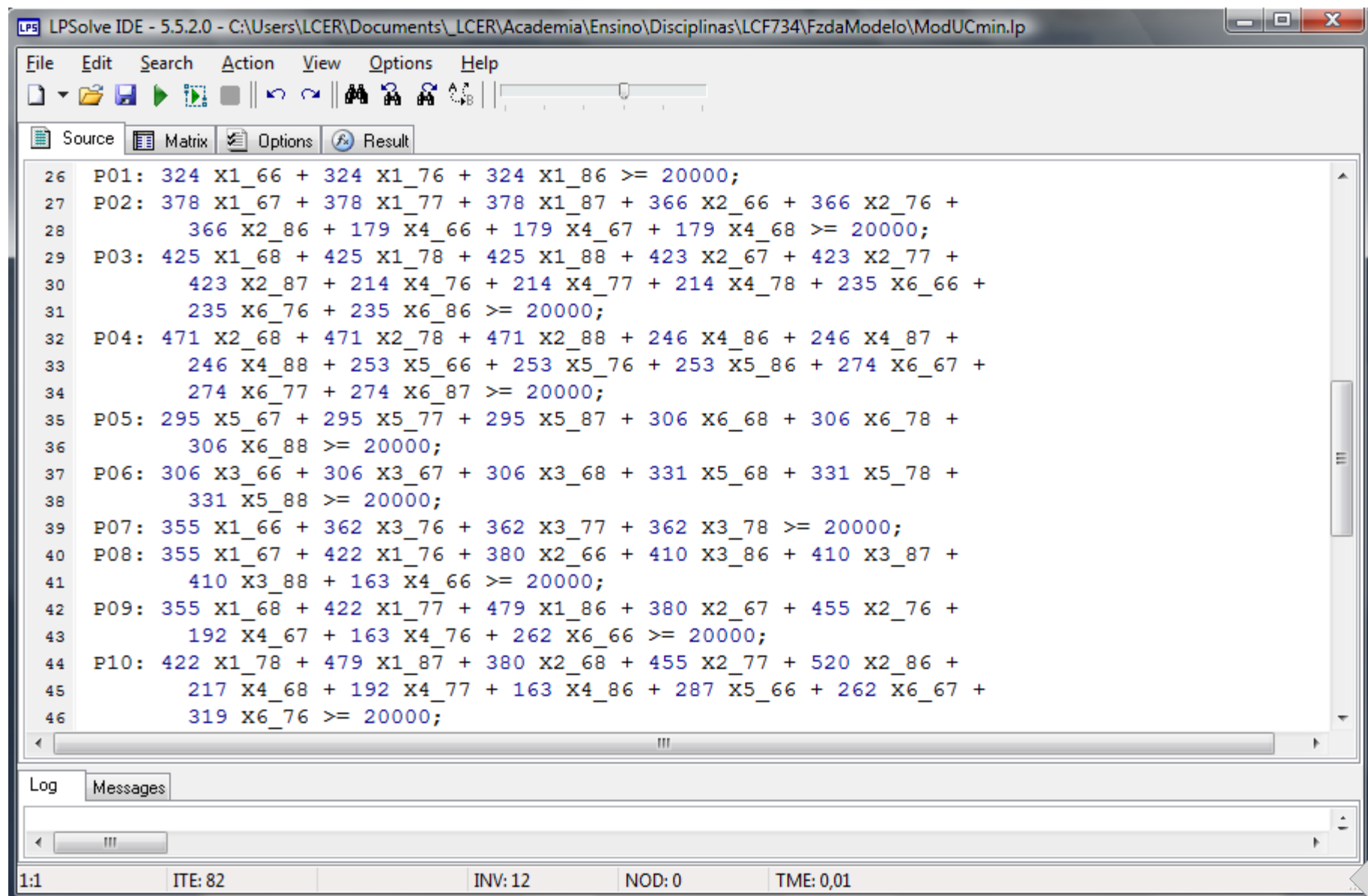


The screenshot shows the LPSolve IDE interface. The main window displays a linear programming problem with the following constraints:

```
13 /* Subject to */
14 X1: X1_66 + X1_67 + X1_68 + X1_76 + X1_77 + X1_78 + X1_86 +
15     X1_87 + X1_88 <= 147.9;
16 X2: X2_66 + X2_67 + X2_68 + X2_76 + X2_77 + X2_78 + X2_86 +
17     X2_87 + X2_88 <= 72.23;
18 X3: X3_66 + X3_67 + X3_68 + X3_76 + X3_77 + X3_78 + X3_86 +
19     X3_87 + X3_88 <= 54.11;
20 X4: X4_66 + X4_67 + X4_68 + X4_76 + X4_77 + X4_78 + X4_86 +
21     X4_87 + X4_88 <= 77.70;
22 X5: X5_66 + X5_67 + X5_68 + X5_76 + X5_77 + X5_78 + X5_86 +
23     X5_87 + X5_88 <= 71.96;
24 X6: X6_66 + X6_67 + X6_68 + X6_76 + X6_77 + X6_78 + X6_86 +
25     X6_87 + X6_88 <= 71.97;
```

The interface includes a menu bar (File, Edit, Search, Action, View, Options, Help), a toolbar with various icons, and a status bar at the bottom showing: 1:1, ITE: 82, INV: 12, NOD: 0, TME: 0,01.

Restrições de produção



The image shows a screenshot of the LPSolve IDE software interface. The window title is "LPSolve IDE - 5.5.2.0 - C:\Users\LCER\Documents\LCER\Academia\Ensino\Disciplinas\LCF734\FzdaModelo\ModUCmin.lp". The interface includes a menu bar (File, Edit, Search, Action, View, Options, Help) and a toolbar with various icons. Below the toolbar are tabs for "Source", "Matrix", "Options", and "Result". The main text area displays ten production constraints (P01 to P10) as linear inequalities. The constraints are:

```
26 P01: 324 X1_66 + 324 X1_76 + 324 X1_86 >= 20000;  
27 P02: 378 X1_67 + 378 X1_77 + 378 X1_87 + 366 X2_66 + 366 X2_76 +  
28     366 X2_86 + 179 X4_66 + 179 X4_67 + 179 X4_68 >= 20000;  
29 P03: 425 X1_68 + 425 X1_78 + 425 X1_88 + 423 X2_67 + 423 X2_77 +  
30     423 X2_87 + 214 X4_76 + 214 X4_77 + 214 X4_78 + 235 X6_66 +  
31     235 X6_76 + 235 X6_86 >= 20000;  
32 P04: 471 X2_68 + 471 X2_78 + 471 X2_88 + 246 X4_86 + 246 X4_87 +  
33     246 X4_88 + 253 X5_66 + 253 X5_76 + 253 X5_86 + 274 X6_67 +  
34     274 X6_77 + 274 X6_87 >= 20000;  
35 P05: 295 X5_67 + 295 X5_77 + 295 X5_87 + 306 X6_68 + 306 X6_78 +  
36     306 X6_88 >= 20000;  
37 P06: 306 X3_66 + 306 X3_67 + 306 X3_68 + 331 X5_68 + 331 X5_78 +  
38     331 X5_88 >= 20000;  
39 P07: 355 X1_66 + 362 X3_76 + 362 X3_77 + 362 X3_78 >= 20000;  
40 P08: 355 X1_67 + 422 X1_76 + 380 X2_66 + 410 X3_86 + 410 X3_87 +  
41     410 X3_88 + 163 X4_66 >= 20000;  
42 P09: 355 X1_68 + 422 X1_77 + 479 X1_86 + 380 X2_67 + 455 X2_76 +  
43     192 X4_67 + 163 X4_76 + 262 X6_66 >= 20000;  
44 P10: 422 X1_78 + 479 X1_87 + 380 X2_68 + 455 X2_77 + 520 X2_86 +  
45     217 X4_68 + 192 X4_77 + 163 X4_86 + 287 X5_66 + 262 X6_67 +  
46     319 X6_76 >= 20000;
```

At the bottom of the window, there is a "Log" tab and a "Messages" tab. The status bar at the very bottom shows the following information: 1:1, ITE: 82, INV: 12, NOD: 0, TME: 0,01.

O modelo básico: com variáveis endógenas

$$\text{Maximizar (or minimizar) } Y = \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^m c_{ij} X_{ij} \right) \quad \left. \vphantom{\sum_{i=1}^n} \right\} \text{ Função objetivo}$$

Sujeito a:

$$\sum_{j=1}^m X_{ij} \leq A_i \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

$$\sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^m v_{ijt} X_{ij} \right) - \text{VOL}_t = 0 \quad (t = 1, 2, \dots, T)$$

$$\text{VOL}_{t+1} - \text{VOL}_t \geq 0 \quad (t = 1, 2, \dots, T)$$

Por exemplo: produção não decrescente

Restrições

O modelo básico: com desvios para a programação por metas

Minimizar $Z^* = Ycima_t + Ybaixo_t + \sum_{t=1}^T (Vcima_t + Vbaixo_t)$

Sujeito a:

$$\sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^m c_{ij} X_{ij} \right) - Y = 0$$

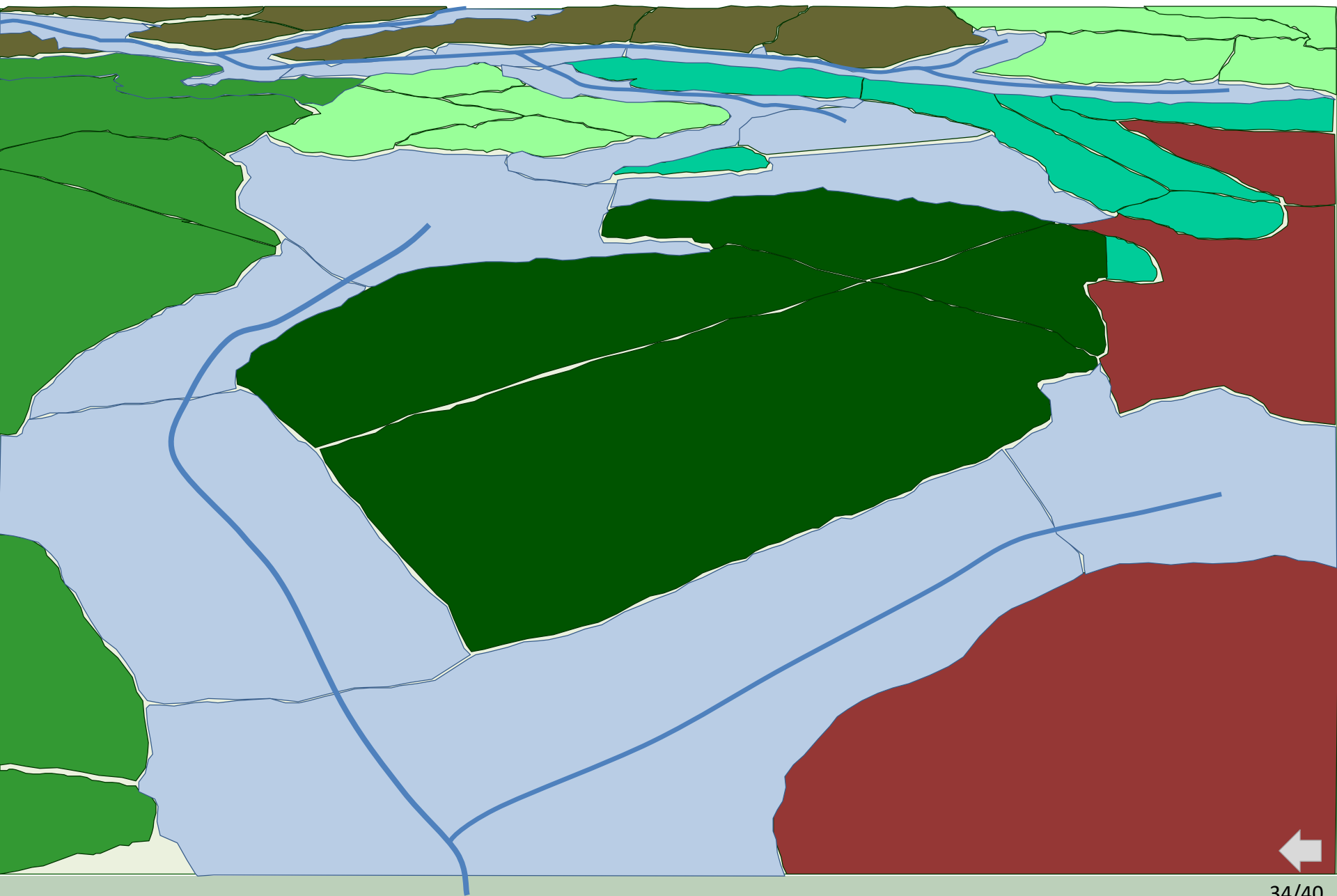
$$\sum_{j=1}^m X_{ij} \leq A_i \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

$$\sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^m v_{ijt} X_{ij} \right) - VOL_t = 0 \quad (t = 1, 2, \dots, T)$$

$$Y - Ycima_t + Ybaixo_t = MetaY$$

$$VOL_t - Vcima_t + Vbaixo_t = Meta_t \quad (t = 1, 2, \dots, T)$$

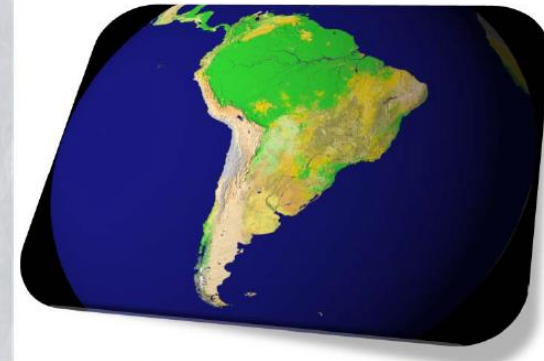
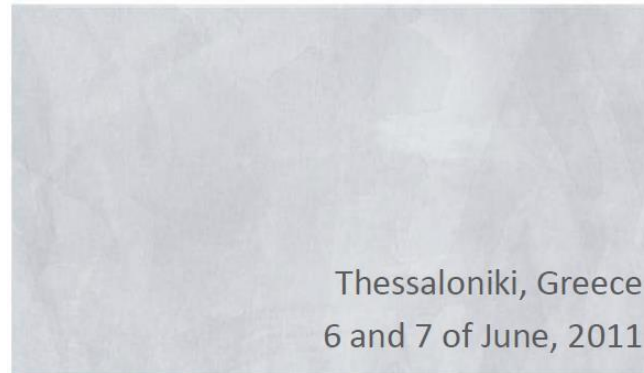
Restrições



Acompanhando as tendências

No âmbito de uma ação financiada pela comunidade europeia (ação COST FP0804 - Forest Management Decision Support Systems - FORSYS) , participamos de um projeto que procura mapear todos os sistemas florestais de suporte à decisão no mundo (DSS).

Em uma das últimas reuniões dessa iniciativa, apresentamos um levantamento feito no Brasil sobre o estado da arte em termos de uso de técnicas de gestão florestal: 4th Work Group and Management Committee Meeting (06-06-2011 a 07-06-2011, Thessaloniki, Greece).



The use of Forest Decision Support Systems in Brazil

Luiz Carlos Estraviz Rodriguez
(lcer@usp.br)

Silvana Ribeiro Nobre
(silvana.rnobre@gmail.com)

Wiki page do FORSYS:

http://fp0804.emu.ee/wiki/index.php/Main_Page



Densidade amostral da pesquisa

Distribution of valid questionnaires among FORSYS problem types

Problem type	Number of responses	Area effectively planted
B1	6	378.974 ha
B2	15	1.012.802 ha
B3	1	94.500 ha
B4	1	356.000 ha

Valid questionnaires among classes of effectively forested area

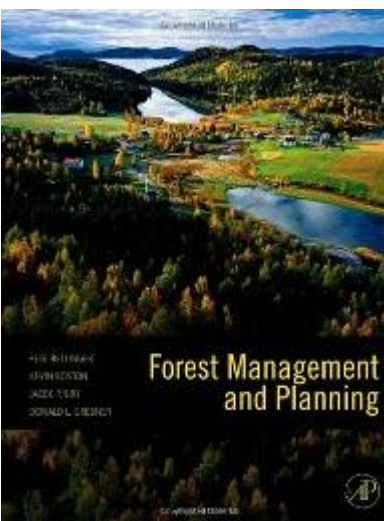
Class interval	Number of responses	Total area planted
< 50.000 ha	11	172.228 ha
50.000 to 100.000 ha	6	518.684 ha
100.000 to 150.000 ha	2	258.000 ha
150.000 to 200.000 ha	2	325,699 ha
200.000 to 250.000 ha	1	211.665 ha



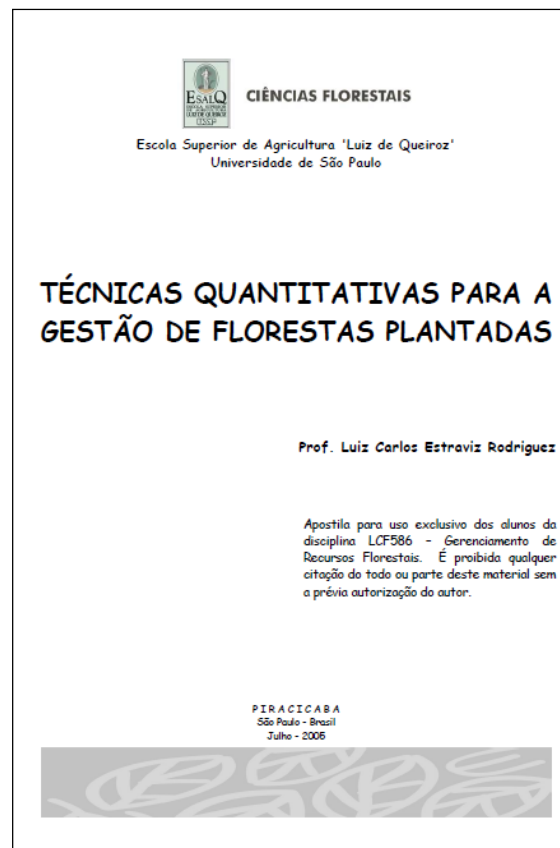
Situação atual do uso de DSS no Brasil – principais destaques

- O uso de sistemas florestais de apoio à decisão no Brasil ainda está confinado quase que exclusivamente à indústria de celulose (com poucos usuários na área de painéis e madeira processada mecanicamente).
 - Poucos sistemas envolvem aplicações complexas e estão adequadamente integrados a modernas ferramentas de TI. De fato, vários casos ainda encontram dificuldades para incorporar plenamente o pleno uso de ferramentas matemáticas de otimização, técnicas multi-critério e multi-objetivo, sistemas especialistas de gestão do conhecimento etc.
- Os resultados mostram que há muito espaço para o desenvolvimento de ferramentas de gestão do conhecimento e de sistemas de apoio à decisão no Brasil.
- Alguns poucos times de especialistas usam técnicas mais avançadas de otimização, e sentem-se mais motivados quando próximos a outros segmentos industriais onde a TI é mais demandada.
- Os questionários aplicados aos gestores de florestas plantadas industriais revelam que o processo de planejamento é colaborativo.
 - Vários tomadores de decisão participam em todas as fases, e existe troca de informação e divisão de responsabilidades.
- O processo completo de planejamento e gestão de concessões em florestas públicas, caracterizado no tipo B4, poderia ser imensamente beneficiado se fossem usados DSS mais elaborados e se houvesse integração com modernas ferramentas de TI.
 - O marco regulatório para gestão de florestas públicas no Brasil ainda é recente (2006) e provavelmente iniciativas inovadoras ocorrerão no futuro próximo.

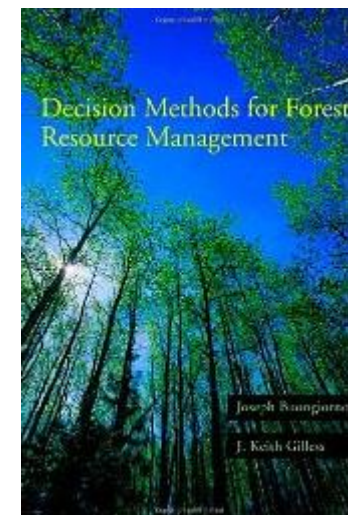
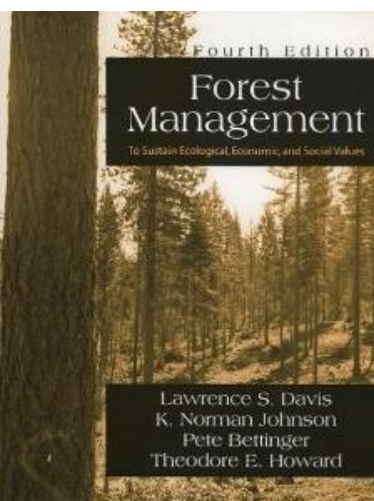




Bettinger, Boston, Sirey, Grebner (2008)



Davis, Johnson, Bettinger, Howard (2005)



Buongiorno, Gillespie (2003)

COST Action FP0804
Forest Management Decision Support Systems (FORSSYS)

Home

Committees

- STC

Meetings

- Presentations

Country Reports

STSM

Workgroups

- WG 1
- WG 2
- WG 3
- WG 4

Wiki

Blog

Useful links

Login

COST Action FP0804 - Forest Management Decision Support Systems (FORSSYS)

Forests serve a multitude of purposes and address many different, often conflicting, goals to satisfy the needs of forest owners, forest industry, and society at large. This poses considerable challenges to forest managers. The need for enhanced forest decision support systems (DSS) is evident in several EU documents related to the future role of European forests. Forest DSS allow the forest manager to use advanced decision support tools, such as expert and knowledge based systems, multi-criteria techniques as well as communication and visualization tools. European experience with developing and applying forest DSS for forest management provides a solid foundation for technological innovation and collaboration between research partners. The Action will define a European-wide framework with core processes and information standards for decision making in a sustainable, multifunctional forest management environment. Furthermore, it will define requirements for DSS implementation and provide a consistent European-wide quality reference for development of decision systems enhancing sustainable forest management.

[Download Memorandum of Understanding](#)

[FORSSYS Progress Report for 2009](#)

[FORSSYS Progress Report for 2010](#)

[Action Brochure](#)

Last modified: June 21, 2011 10:16

Wiki page do FORSSYS:

http://fp0804.emu.ee/wiki/index.php/Main_Page

Leitura Recomendada – *no prelo!*

[[start]]

MANAGEMENT OF INDUSTRIAL FOREST PLANTATIONS

Trace: • start

[Show pagesource](#) [Old revisions](#)
[Recent changes](#) [Sitemap](#) [Login](#)

The Book

[Home](#)

- [Index](#)
- [Authors](#)
- [Proposal](#)
- [Guidelines](#)

[\(Editing Tools\)](#)
[\(Discussion\)](#)

MANAGEMENT OF INDUSTRIAL FOREST PLANTATIONS

Editors
[José G. Borges](#)
[Luís Díaz-Balteiro](#)
[Marc E. McDill](#)
[Luiz Carlos Estraviz Rodriguez](#)

(Theoretical foundations and applications)

This book answers calls from both the research and the professional communities for a synthesis of current knowledge about industrial forestry. It covers all components of the forest supply chain ranging from inventory techniques to management planning approaches and information and communication technology support. It addresses thoroughly the theoretical foundations for the integration of management scheduling levels and supply chain segments.

This book presents the whole range of methods that are useful to support all industrial forest management planning levels e.g. strategic, tactical and operational as well as transportation and routing. It further presents emergent approaches to enhance the efficiency and the effectiveness of forest management planning in a context of global change e.g. the dynamic design of management units taking advantage of recent remote sensing techniques, the integration of process-based models and decision-making techniques to address climate change scenarios, the use of simulation approaches to support scenario analysis and the estimation of market availability of raw material supply, the use of advanced techniques for 3D visualization and for developing integrated sustainability indexes.

All management planning techniques and approaches are presented in detail, starting with simple demonstration examples, including comprehensive numerical examples and going up to real world applications. Links with the wood-based industry are further emphasized. The book is aimed primarily at students and researchers specializing in industrial management and planning issues and at professionals in management and decision support departments in the forest industry. Nevertheless, the book may be used to support both undergraduate and graduate level classes with modules that focus on management planning.

start.txt · Last modified: 2011/03/08 03:22 by lcer

[Show pagesource](#) [Old revisions](#)
[Back to top](#)