

Classificação do Risco de Infestação de Regiões por Plantas Daninhas Utilizando Lógica Fuzzy e Redes Bayesianas

GLAUCIA MARIA BRESSAN

Tese apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Engenharia Elétrica

Orientadora: Profa. Dra. Vilma Alves de Oliveira

São Carlos
2007

Aos meus pais

Por acreditarem nos meus sonhos

Agradecimentos

Agradeço todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho, em especial:

- a Deus, por estar presente em todos os momentos da minha vida, por guiar meus caminhos e me conceder sabedoria e saúde;*
- a minha família, por me proporcionar a base necessária para me tornar quem sou;*
- a Universidade de São Paulo (USP), por oferecer toda a estrutura necessária para o desenvolvimento deste trabalho;*
- a Capes, pelo apoio financeiro e pela bolsa concedida;*
- o ICMC - USP, pelo título de Mestre que obtive em 2003, o qual me preparou para um trabalho muito maior no doutoramento;*
- a professora Vilma, pela oportunidade, pela orientação e amizade, pelo crescimento que me proporcionou, pelos ensinamentos, conversas, reuniões e pelos conselhos profissionais e até mesmo pessoais!*
- os professores Estevam e Maria do Carmo (UFSCar), pela excelente contribuição que proporcionou a conclusão deste trabalho e algumas publicações;*
- a Embrapa Milho Sorgo, especialmente Décio Karam, por permitir a realização dos experimentos em campo e esclarecer muitas dúvidas “agronômicas”;*
- os amigos do LAC, que são verdadeiros irmãos para mim, por compartilhar as dificuldades e as alegrias e por conviverem comigo como uma família;*
- o Fábio e o Luciano, que, além de serem amigos muito queridos, me proporcionaram um auxílio técnico e computacional de altíssimo nível!*
- os meus amigos pessoais, cujos nomes nem são necessários citar, pois sabem que levam com eles um pouco de mim e deixam comigo um pouco deles;*
- o Fabiano, pela oportunidade de amar, compartilhar, conviver, aprender e ensinar, por “querer estar preso por vontade”.*

Lista de Figuras

Figura 3.1	Foto aérea da área experimental - Sete Lagoas, MG.	16
Figura 3.2	Representação de uma parcela experimental.	17
Figura 3.3	Quadro utilizado em campo para coletar amostras de plantas daninhas.	19
Figura 3.4	Plantas daninhas: mentrasto (esquerda) e capim colchão (direita).	21
Figura 3.5	Contagem de espécies de plantas daninhas nas parcelas.	22
Figura 3.6	Número de plantas daninhas por parcela.	22
Figura 4.1	Modelo variográfico exponencial.	30
Figura 4.2	Dinâmica simulada a partir de (4.11).	44
Figura 4.3	Dinâmica simulada a partir de (4.12).	44
Figura 4.4	Densidade de sementes em função da taxa de germinação.	45
Figura 5.1	Procedimento pra inferência fuzzy.	56
Figura 6.1	Arquitetura do sistema de classificação fuzzy com DP a densidade de plantas, FL a densidade de plantas folha larga, FE a densidade de plantas folha estreita, v_1 o atributo da cobertura foliar de plantas daninhas por região, v_2 o atributo da densidade de sementes por região, v_3 o atributo da extensão média dos agrupamentos de sementes e v_4 o atributo da competitividade entre plantas e cultura por região.	69

- Figura 6.2** Funções de pertinência das entradas (atributos da densidade de semente, da cobertura foliar, da extensão dos agrupamentos de semente e da competitividade) e da saída (risco de infestação) do sistema de classificação fuzzy simulado. 76
- Figura 6.3** Funções de pertinência das entradas (atributos da densidade de sementes, da cobertura foliar, da extensão dos agrupamentos de sementes e da competitividade) e da saída (risco de ifestação) do sistema de classificação fuzzy com dados coletados em campo. 77
- Figura 7.1** Densidade de sementes em função da geração da planta para os parâmetros $X_0 = 1$ semente m^{-2} , $g = 0,10$, $s = 248$, $a = 4,0 \times 10^{-3}$ e $b = 2,77$ usando (4.12). 81
- Figura 7.2** (a) Distribuição dos dados simulados de cobertura foliar; (b) Distribuição dos dados simulados de densidade de sementes. 83
- Figura 7.3** (a) Histograma para os dados simulados de cobertura foliar. Estatísticas descritivas: Média = 67,512, Desvio padrão = 66,900, Máximo = 364,310 e Mínimo = 0,0114; (b) Histograma para os dados da geração de sementes $t = 6$. Estatísticas descritivas: Média = 424,437, Desvio padrão = 681,980, Máximo = 2042,100 e Mínimo = 0,0037. 84
- Figura 7.4** Ajuste dos variogramas teóricos obtido com o modelo exponencial (linha contínua) para os dados de (a) cobertura foliar na geração $t = 5$ com $C_0 = 3,75 \times 10^3$, $C_0 + C_1 = 4,8 \times 10^3$ e (b) densidade de sementes na geração $t = 6$ com $C_0 = 3,8 \times 10^5$, $C_0 + C_1 = 5,0 \times 10^5$ e os correspondentes variogramas experimentais (pontos). 86
- Figura 7.5** (a) Mapa de cobertura foliar de plantas daninhas estimado por Krigagem na geração $t = 5$; (b) Mapa da densidade de sementes de plantas daninhas estimado por Krigagem na geração $t = 6$ 88
- Figura 7.6** Histograma para média do resíduo da estimativa com 95% de confiança: (a) cobertura foliar ($t = 5$); (b) densidade de sementes ($t = 6$). 89
- Figura 7.7** (a) Variância dos valores dos resíduos para a cobertura foliar ($t = 5$) e (b) para a densidade de sementes ($t = 6$). 90

- Figura 7.8** Teste da probabilidade normal dos resíduos: (a) cobertura foliar; (b) densidade de sementes para a geração $t = 6$. Na margem inferior à esquerda são fornecidos a média dos resíduos, o desvio padrão e o número de dados. Na margem inferior à direita é dado o p-valor. 91
- Figura 7.9** Mapa dos objetos conectados identificados no mapa de cobertura foliar simulado. 92
- Figura 7.10** Mapa de regiões de valor médio ponderado de cobertura foliar de acordo com a matriz Υ_1 92
- Figura 7.11** Mapa dos objetos conectados identificados no mapa de densidade de sementes simulado. 93
- Figura 7.12** Mapa de regiões de valor médio ponderado de densidade de sementes de acordo com a matriz Υ_2 93
- Figura 7.13** Mapa de regiões de valor médio de extensão dos agrupamentos de densidade de sementes de acordo com a matriz Υ_3 94
- Figura 7.14** Mapa de regiões de ocupação de gramíneas em porcentagem referentes à Υ_4 95
- Figura 7.15** (a) Distribuição dos dados de cobertura foliar; (b) Distribuição dos dados de densidade de sementes. 97
- Figura 7.16** (a) Histograma para os dados coletados de cobertura foliar, com estatísticas descritivas: Média = 0,4585, Desvio padrão = 0,2239, Máximo = 0,97 e Mínimo = 0,15; (b) Histograma para os dados coletados de densidade de sementes, com estatísticas descritivas: Média = 2549,60, Desvio padrão = 2543,8, Máximo = 8540 e Mínimo = 105. 98
- Figura 7.17** Ajuste dos variogramas teóricos obtido com o modelo exponencial (linha contínua) para os dados de (a) cobertura foliar com $C_0 = 0,038$, $C_0 + C_1 = 0,05$ e (b) densidade de sementes com $C_0 = 5,09 \times 10^6$, $C_0 + C_1 = 6,50 \times 10^6$ e os correspondentes variogramas experimentais (pontos). 99
- Figura 7.18** Imagens estimadas por Krigagem associadas aos mapas de (a) cobertura foliar na geração $t - 1$ e (b) densidade de sementes na geração t . 101

Figura 7.19 Mapa dos objetos conectados identificados no mapa de cobertura foliar dos dados coletados em campo da geração $t - 1$	102
Figura 7.20 Mapa de regiões de valor médio ponderado de cobertura foliar, de acordo com a matriz Υ'_1	103
Figura 7.21 Mapa dos objetos conectados identificados no mapa de densidade de sementes dos dados coletados em campo da geração t	104
Figura 7.22 Mapa de regiões de valor médio ponderado de densidade de sementes de acordo com a matriz Υ'_2	104
Figura 7.23 Mapa de regiões de valor médio ponderado referente à matriz Υ'_3	105
Figura 7.24 Estrutura da rede neurofuzzy com DP a densidade total de plantas daninhas, FL a densidade de plantas do tipo folha larga, FE a densidade de plantas do tipo folha estreita.	106
Figura 7.25 Funções de pertinência ajustadas pelo sistema neurofuzzy.	107
Figura 7.26 Mapa de regiões de competitividade das plantas daninhas por regiões referente à Υ'_4	108
Figura 7.27 Mapa de intensidades de riscos de infestação por plantas daninhas por regiões referente à matriz <i>Risco</i>	109
Figura 7.28 Mapa dos agrupamentos de riscos de infestação de acordo com as intensidades da matriz <i>RGrupos</i>	112
Figura 7.29 (a) Distribuição dos dados de cobertura foliar; (b) Distribuição dos dados de densidade de sementes.	113
Figura 7.30 (a) Histograma para os dados coletados de cobertura foliar, com estatísticas descritivas: Média = 0,273, Desvio padrão = 0,25, Máximo = 1 e Mínimo = 0; (b) Histograma para os dados coletados de densidade de sementes, com estatísticas descritivas: Média = 1905, Desvio padrão = 1588, Máximo = 6500 e Mínimo = 0.	114

- Figura 7.31** Ajuste dos variogramas teóricos obtido com o modelo exponencial (linha contínua) para os dados de (a) cobertura foliar com $C_0 = 0,048, C_0 + C_1 = 0,063$. e (b) densidade de sementes com $C_0 = 2,0 \times 10^6, C_0 + C_1 = 2,60 \times 10^6$ e os correspondentes variogramas experimentais (pontos). 115
- Figura 7.32** Imagens associadas aos mapas estimados por Krigagem de (a) cobertura foliar na geração $t + 1$ e (b) densidade de sementes na geração $t + 2$ 115
- Figura 7.33** Mapa dos objetos conectados identificados no mapa de cobertura foliar dos dados coletados em campo da geração $t + 1$ 117
- Figura 7.34** Mapa de regiões de valor médio ponderado de cobertura foliar, de acordo com a matriz Υ''_1 118
- Figura 7.35** Mapa dos objetos conectados identificados no mapa de densidade de sementes dos dados coletados em campo da geração $t + 2$ 119
- Figura 7.36** Mapa de regiões de valor médio ponderado de densidade de sementes de acordo com a matriz Υ''_2 119
- Figura 7.37** Mapa de regiões de valor médio ponderado referente à matriz Υ''_3 . 120
- Figura 7.38** Funções de pertinência ajustadas pelo sistema neurofuzzy com os dados coletados na geração $t + 1$ 121
- Figura 7.39** Mapa de intensidades de competitividade das plantas daninhas por regiões referente à Υ''_4 122
- Figura 7.40** Mapa de intensidades de riscos de infestação por plantas daninhas por regiões referente à matriz *Risco2*. 123
- Figura 7.41** Mapa dos agrupamentos de riscos de infestação de acordo com as intensidades da matriz *RGrupos2*. 125
- Figura 7.42** Mapa de perda de rendimento na geração t 126
- Figura 7.43** Mapa de perda de rendimento na geração $t + 2$ 127
- Figura 7.44** (a) Mapa dos agrupamentos dos riscos de infestação na geração t ; (b) Mapa dos agrupamentos de perda de rendimento na geração t . . . 127

Figura 7.45 (a) Mapa dos agrupamentos dos riscos de infestação na geração $t + 2$; (b) Mapa dos agrupamentos de perda de rendimento na geração $t + 2$	128
Figura 8.1 Aprendizado da rede com BayesRule para o atributo da competitividade.	131
Figura 8.2 Inferência da Biomassa.	132
Figura 8.3 Rede de classificação Bayesiana irrestrita para a competitividade.	132
Figura 8.4 Rede de classificação naïve Bayes para a competitividade.	133
Figura 8.5 Aprendizado da rede com BayesRule para o risco de infestação.	142
Figura 8.6 Inferência do risco de infestação.	142
Figura 8.7 Rede de classificação Bayesiana irrestrita para o risco de infestação.	143
Figura 8.8 Rede de classificação naïve Bayes para o risco de infestação.	143
Figura B.1 Fis editor	164
Figura B.2 Editor de funções de pertinência	165
Figura B.3 Visualizador das regras e simulador do sistema	166
Figura B.4 Ambiente anfis.	170

Lista de Tabelas

Tabela 3.1	Espécies de plantas daninhas encontradas nas parcelas experimentais.	21
Tabela 6.1	Base de regras fuzzy para o risco de infestação por plantas daninhas. O primeiro subscrito denota a classe de infestação: 1 - baixa infestação, 2 - média infestação e 3 - alta infestação. O segundo subscrito denota quantas vezes a classe do primeiro subscrito está sendo citada.	75
Tabela 7.1	Índice de ajuste para os modelos teóricos de variogramas.	86
Tabela 7.2	Resultados dos variogramas.	87
Tabela 7.3	Índice de ajuste para os modelos teóricos de variogramas.	98
Tabela 7.4	Resultados dos variogramas.	100
Tabela 7.5	Validação cruzada para a estimação por Krigagem.	100
Tabela 7.6	Saídas do sistema neurofuzzy e resíduo obtido.	106
Tabela 7.7	Estatísticas dos resíduos de estimação dos dados de teste do sistema neurofuzzy.	107
Tabela 7.8	Estatísticas descritivas para os riscos utilizando-se funções triangulares e gaussianas.	111
Tabela 7.9	Coefficientes de variação para os agrupamentos identificados pelo algoritmo da Seção 6.4.1.	111
Tabela 7.10	Índice de ajuste para os modelos teóricos de variogramas.	114
Tabela 7.11	Resultados dos variogramas.	116

Gracias por visitar este Libro Electrónico

Puedes leer la versión completa de este libro electrónico en diferentes formatos:

- HTML(Gratis / Disponible a todos los usuarios)
- PDF / TXT(Disponible a miembros V.I.P. Los miembros con una membresía básica pueden acceder hasta 5 libros electrónicos en formato PDF/TXT durante el mes.)
- Epub y Mobipocket (Exclusivos para miembros V.I.P.)

Para descargar este libro completo, tan solo seleccione el formato deseado, abajo:

