

Universidade Federal de Minas Gerais  
Instituto de Ciências Exatas  
Departamento de Estatística

**Busca de alternativas para o uso  
Sustentado de sempre-vivas:  
Estudo da mortalidade**

Cibele Q. da Silva, Lúcio C. Bedê,  
Emílio Suyama e Michelle F. Miranda

**Relatório Técnico  
RTA- 01/2004  
Série Assessoria/Consultoria**

## **BUSCA DE ALTERNATIVAS PARA O USO SUSTENTADO DE SEMPRE-VIVAS: ESTUDO DA MORTALIDADE**

Cibele Queiroz da Silva – Profa. Adjunta do Departamento de Estatística – ICEX/UFMG  
Lúcio C. Bedê – Doutorando em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre/UFMG  
Emílio Suyama - Prof. Adjunto do Departamento de Estatística – ICEX/UFMG  
Michelle Ferreira Miranda – Aluna da graduação em Estatística - ICEX/UFMG

### **1. INTRODUÇÃO**

São conhecidas como sempre-vivas diversas espécies de plantas cujas partes, após serem colhidas e desidratadas, não sofrem muita alteração em sua forma e coloração, em função de seus tecidos acumularem pouca água e de possuírem tecido esclerenquimático, formado por células com parede espessa, normalmente duros e lignificados (CUTTER 1986).

Atualmente, no Brasil, essas espécies são bastante utilizadas em arranjos florais e ornamentação, uso este já consolidado no mercado externo. As espécies mais valorizadas e, portanto, mais exploradas comercialmente, pertencem à família botânica Eriocaulaceae, que possui aproximadamente 1200 espécies, tendo na região tropical da América do Sul, especialmente no Brasil, o seu maior centro de dispersão (JOLY 1985).

As principais espécies comercializadas pertencem ao gênero *Syngonanthus*. Na região de Diamantina, a espécie mais visada para comercialização é *Syngonanthus elegans*, popularmente conhecida como pé-de-ouro. Assim como outras 14 espécies de sempre-vivas das famílias Eriocaulaceae e Xyridaceae comercializadas na região, *S. elegans* consta na lista de espécies ameaçadas de extinção no estado de Minas Gerais, onde figura na categoria de ameaça “Críticamente em Perigo”, em função da coleta muito intensa, considerada “predatória” (MINAS GERAIS, 1997).

A coleta e comercialização de inflorescências de sempre-vivas ocorre na região de Diamantina desde 1931, período a partir do qual o produto teve demandas crescentes nos mercados nacional e internacional, tornando-se uma forma de extrativismo associada à subsistência da população humana local, particularmente da porção mais carente.

Entre meados das décadas de 70 e 80, a atividade atingiu o seu auge, chegando a contar com um volume exportado da ordem de 150 toneladas/ano. O aquecimento da demanda foi acompanhado de mudanças nas relações tradicionalmente estabelecidas no trabalho de coleta. O produto, até então disponível livremente, passa a ser explorado predominantemente sob regime de controle e arrendamento pelos proprietários de terras (INSTITUTO TERRA BRASILIS et al., 1999).

Os estoques comercializados diminuíram fortemente a partir de então (atualmente em torno de 40 a 60 toneladas/ano). Os motivos principais são dois: (i) concorrência no mercado externo, com a entrada de produtos provenientes, principalmente, da Índia e África do Sul;

(ii) diminuição da disponibilidade do recurso, em função da coleta exaustiva. Essa tendência vem agravar os problemas sociais já existentes na região do Vale do Jequitinhonha. Atualmente, estima-se que mais de 1000 pessoas estejam envolvidas na coleta de sempre-vivas, atividade que intercalam durante o ano com outras fontes de renda, como o garimpo, atualmente em declínio, e a lavoura de café (INSTITUTO TERRA BRASILIS *et al.*, 1999).

A questão da importância econômica das sempre vivas e o impacto causado pelo extrativismo intensivo sobre as populações nativas dessas plantas vêm sendo abordados nos últimos anos por diferentes instituições, como IEF - Instituto Estadual de Florestas, USP - Universidade de São Paulo, ONGs (INSTITUTO TERRA BRASILIS, 1999), além da própria imprensa (TOLEDO, 1997).

Entre os trabalhos pioneiros e de grande relevância pode-se citar os de FERREIRA & SATURNINO (1977), SATURNINO *et al.* (1977) e GIULIETTI *et al.* (1988), abordando espécies de sempre-vivas exploradas economicamente e apontando para os impactos da atividade extrativista sobre a sua conservação.

Em um apanhado recente sobre o tema, incluindo a realização de entrevistas com mais de 70 coletores e comerciantes de sempre-vivas na região de Diamantina, MG, INSTITUTO TERRA BRASILIS *et alii* (1999) documentaram a percepção de um consenso relativo à diminuição de populações de sempre-vivas na região. Sobre os prováveis motivos da diminuição da disponibilidade de flores, os entrevistados levantaram alguns pontos em comum, como: uso indevido do fogo para estímulo à floração; coleta das flores ainda imaturas, sem deixar flores para amadurecerem e produzirem sementes, coleta das plantas com raiz, eliminando indivíduos inteiros; e excesso de pessoas competindo pela exploração do recurso. Dessa forma, surgem como principais temas relacionados à exploração do recurso: as características do manejo pela coleta e o uso do fogo.

GIULIETTI *et al.* (1988) sugerem medidas como a implementação de coletas planejadas das espécies não ameaçadas e o incremento de pesquisas que possam viabilizar o cultivo sistemático das mais vulneráveis e/ou de maior interesse econômico.

No presente caso, dada a forte dependência de comunidades inteiras com relação à atividade extrativista, opções realistas de conservação/manejo devem, necessariamente, abordar a utilização de espécies ameaçadas e de interesse econômico, situação em que se enquadram várias espécies de *Syngonanthus*.

## 2. JUSTIFICATIVA

Apesar da importância econômica e do crítico estado de conservação de muitas das espécies de sempre-vivas exploradas para fins ornamentais, pouco se conhece sobre a biologia e ecologia destas plantas, e nenhum estudo científico sobre os efeitos do extrativismo foi realizado até o momento. Este fato ilustra a necessidade de estudos para a fundamentação de propostas destinadas ao uso sustentado deste recurso natural. A análise destes dados trará contribuições relevantes que poderão ser prontamente utilizadas no balizamento de políticas públicas destinadas ao controle da exploração e conservação de espécies de sempre-vivas no estado de Minas Gerais.

Os resultados obtidos deverão, igualmente, constituir fundamento técnico importante para o estabelecimento de técnicas de cultivo de sempre-vivas, considerado como opção alternativa ao manejo de populações naturais de espécies ameaçadas.

Salienta-se que o presente projeto refere-se à análise de grande volume de dados colhidos ao longo de dois anos de experimento, onde foram marcadas e acompanhadas, individualmente, cerca de 2240 plantas submetidas a uma variada gama de combinações de episódios de queima e coleta de flores, elementos considerados chave na cultura popular de manejo de sempre-vivas. O farto material disponível para análise permitirá, portanto, fundamentar a investigação de questões de importância ambiental, econômica e social relacionadas ao extrativismo de sempre-vivas.

## 3. OBJETIVOS

Com o intuito de buscar alternativas viáveis para o uso sustentado de sempre-vivas, o presente trabalho tem como objetivo analisar os dados sobre mortalidade das plantas resultante de um estudo experimental de dois anos de duração, referente aos efeitos de práticas tradicionais de manejo – uso do fogo e coleta de inflorescências - sobre uma população nativa da sempre-viva *Syngonanthus elegantulus*.

## 4. EXPERIMENTO E BASE DE DADOS E ANÁLISE

Os estudos experimentais foram realizados no Parque Estadual do Rio Preto – PERPreto, município de São Gonçalo do Rio Preto, MG entre 1999 e 2001. A partir da floração de abril de 1999, foram realizadas oito modalidades de tratamentos, cada um descrito por uma dada sucessão de coletas de manejo de inflorescências ( C ) ou não-coleta (O) e aplicação de fogo (F) ou não aplicação de fogo (O). Todo tratamento sempre inicia com uma Coleta (ou não coleta) seguido de Fogo (ou não fogo). Desta forma, os tratamentos em questão são descritos por: CFCF, CFOF, COCO, COOF, OFCO, OFOF, OOCF e OOOO. Por exemplo, o tratamento COOF significa o manejo descrito, respectivamente, por Coleta, Não-fogo, Não-coleta e Fogo. Tais tratamentos incidiram separadamente e em conjunto sobre parcelas de uma população natural de *S. elegans* var. *elanatus*, considerando-se ainda opções de alternância ao longo de um período de dois anos. Foram acompanhadas atitudes espontâneas de manejo em campos da região, visando determinar as épocas de queimada e coleta praticadas por coletores.

Cada tratamento contou com oito réplicas, totalizando 64 parcelas de 2,5m x 1,0m. Em cada parcela, 35 indivíduos foram selecionados aleatoriamente, medidos e marcados com etiquetas de alumínio, apenas a estacas feitas com arame de aço inoxidável, totalizando 2240 plantas. Os indivíduos marcados foram acompanhados para a determinação de taxas de crescimento, mortalidade e fertilidade (n. de capítulos produzido x estimativa do n. de sementes) específicas por classe de tamanho. O restante dos indivíduos presentes em cada parcela foi acompanhado para medidas de densidade (indivíduos/m<sup>2</sup>) e taxas de recrutamento.

A análise da mortalidade em função das variáveis biométricas está separada em duas partes: (1) estudo da mortalidade da planta em 2000 em função das variáveis biométricas medidas em 1999 e (2) estudo da mortalidade em 2001 em função das variáveis biométricas medidas em 2000.

## **5. Análise Descritiva dos Dados de 1999 e 2000**

Esta análise envolve os dados dos anos de 1999 e 2000, num total de 2279 observações. As variáveis de interesse são:

Morte99 = variável binária, com Morte99=1 indicando a ocorrência de morte de uma planta em 2000.

Nros99 = número de rosetas de uma planta em 1999

Ninf99= número de inflorescências de uma planta em 1999

Altura99=altura de uma planta em 1999

Trat99= categorias de tratamentos aplicados às plantas, onde C=coleta e F=fogo e O=nada:

- a) OO = ausência de tratamento
- b) CO = coleta seguida por nada
- c) CF = coleta seguida por fogo
- d) OF = nada seguido por fogo

Das 2279 plantas vivas em 1999, 839 (36.8%) morreram em 2000. Descreveremos a seguir a influência das covariáveis Nros99, Ninf99 e Altura99 na mortalidade das plantas.

## 5.1 Mortalidade em função das covariáveis para os dados de 1999 e 2000

### 5.1.1 - Mortalidade em função dos tratamentos

A tabela 5.1.1 apresenta as frequências (percentuais) de plantas por categoria de mortalidade e tratamento. Observa-se que as plantas submetidas aos tratamentos CF ou OF apresentam os maiores percentuais de mortalidade.

Morte99	Tratamento				Total
	CF	CO	OF	OO	
0	332	392	314	402	1440
	57,64%	70,50%	57,51%	66,89%	63,19%
1	244	164	232	199	839
	42,36%	29,50%	42,49%	33,11%	36,81%
Total	576	556	546	601	2279

Tabela 5.1.1 – Mortalidade no ano de 2000 em função dos tratamentos

### 5.1.2 - Mortalidade em função de classes de altura

A covariável Altura99 foi discretizada em categorias definidas de acordo com os quartis da mesma. Desta forma, a categoria 1 compreende as plantas com altura entre 1.0 e 2.0 cm inclusive, onde 2.0 descreve o primeiro quartil de Altura99. As demais categorias são: categoria 2: alturas entre (2.0,3.0] cm; categoria 3: alturas entre (3.0,4.0] cm e categoria 4: alturas entre (4.0, 7.5] cm.

A Tabela 5.1.2 revela que as plantas mais jovens (nas primeiras duas classes de altura) apresentaram maiores taxas de mortalidade do que as plantas mais velhas, sendo que a taxa de mortalidade chegou a quase 80% entre as plantas com altura entre 1.0 e 2.0 cm inclusive.

Morte99	Classes de Altura				Total
	1	2	3	4	
0	119	330	496	495	1440
	20,66%	56,70%	85,81%	91,16%	63,19%
1	457	252	82	48	839
	79,34%	43,30%	14,19%	8,84%	36,81%
Total	576	582	578	543	2279
	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Tabela 5.1.2 – Mortalidade em função de classes de altura. Categoria 1: alturas entre [1.0,2.0] cm. Categoria 2: alturas entre (2.0,3.0] cm. Categoria 3: alturas entre (3.0,4.0] cm; Categoria 4: alturas entre (4.0, 7.5] cm.

### 5.1.3 - Mortalidade em função de classes de rosetas

A covariável Nros99 foi categorizada nas classes: 1 – plantas com uma única roseta; 2- plantas com duas ou mais rosetas. Na Tabela 5.1.3 observa-se que entre as plantas com duas ou mais rosetas, cerca de 90% delas sobreviveram.

Morte99	Classes de rosetas		Total
	1	2	
0	965 55,02%	475 90,48%	1440 63,19%
1	789 44,98%	50 9,52%	839 36,81%
Total	1754 100,00%	525 100,00%	2279 100,00%

Tabela 5.1.3 – Mortalidade em função de classes de rosetas. Classe 1 – plantas com uma única roseta. Categoria 2- plantas com duas ou mais rosetas.

### 5.1.4 - Mortalidade em função de classes de inflorescência

A covariável Ninf99 foi categorizada nas classes: 0 – plantas com zero inflorescências; e 1- plantas uma ou mais inflorescências. Na Tabela 5.1.4 observa-se que entre as plantas com uma ou mais inflorescências, cerca de 77% delas sobreviveram.

Morte99	Categoria de inflorescência		Total
	0	1	
0	409 43,42%	1030 77,15%	1439 63,20%
1	533 56,58%	305 22,85%	838 36,80%
Total	942 100,00%	1335 100,00%	2277 100,00%

Tabela 5.1.4 - Mortalidade em função de classes de inflorescência. Classe 0 – plantas com zero inflorescências. Classe 1- plantas uma ou mais inflorescências

## 5.2 - Mortalidade em função do efeito conjunto de covariáveis

### 5.2.1 - Mortalidade em função de classes de inflorescência e tratamento

A Tabela 5.2.1 apresenta as frequências (percentuais) de plantas por categoria de mortalidade e tratamento e classes de inflorescência. Quando a planta apresenta zero inflorescências, observa-se que as plantas submetidas aos tratamentos CF, OF ou OO apresentam os maiores percentuais de mortalidade. As taxas de mortalidade caem substancialmente para plantas que apresentam uma ou mais inflorescências.

Classe de inflorescência=0

Morte99	Tratamento				Total
	CF	CO	OF	OO	
0	76 36,54%	137 58,30%	82 34,17%	114 44,02%	409 43,42%
1	132 63,46%	98 41,70%	158 65,83%	145 55,98%	533 56,58%

Classe de inflorescência=1

Morte99	Tratamento				Total
	CF	CO	OF	OO	
0	256 69,57%	254 79,62%	232 75,82%	288 84,21%	1030 77,15%
1	112 30,43%	65 20,38%	74 24,18%	54 15,79%	305 22,85%

Tabela 5.2.1 - Mortalidade em função de classes de tratamento e inflorescência. Classe 0 – plantas com zero inflorescências. Classe 1- plantas uma ou mais inflorescências.

### 5.2.2 - Mortalidade em função de classes de altura e tratamento

A Tabela 5.2.2 apresenta as frequências (percentuais) de plantas por categoria de mortalidade, altura e tratamento. Quando a planta está na categoria 1 de altura (entre [1.0,2.0] cm), as taxas de mortalidade são de pelo menos 72%, sendo de 94% para plantas submetidas ao tratamento OF. As taxas de mortalidade caem progressivamente para plantas mais altas, submetidas a qualquer dos tratamento. Porém com maior expressão para os tratamentos CO e OF.

Altura1

Morte99	Tratamento				Total
	CF	CO	OF	OO	
0	39 26,17%	24 18,60%	7 5,65%	49 28,16%	119 20,66%
1	110 73,83%	105 81,40%	117 94,35%	125 71,84%	457 79,34%

Altura2

Morte99	Tratamento				Total
	CF	CO	OF	OO	
0	78 45,09%	102 71,33%	47 41,96%	103 66,88%	330 56,70%
1	95 54,91%	41 28,67%	65 58,04%	51 33,12%	252 43,30%

Altura3

Morte99	Tratamento				Total
	CF	CO	OF	OO	
0	88 78,57%	156 92,31%	127 80,38%	125 89,93%	496 85,81%
1	24 21,43%	13 7,69%	31 19,62%	14 10,07%	82 14,19%

Altura4

Morte99	Tratamento				Total
	CF	CO	OF	OO	
0	127 89,44%	110 95,65%	133 87,50%	125 93,28%	495 91,16%
1	15 10,56%	5 4,35%	19 12,50%	9 6,72%	48 8,84%

Tabela 5.2.2 - Mortalidade em função de classes de altura e tratamento. Categoria 1: alturas entre [1.0,2.0] cm. Categoria 2: alturas entre (2.0,3.0] cm. Categoria 3: alturas entre (3.0,4.0] cm; Categoria 4: alturas entre (4.0, 7.5] cm.

### 5.2.3 - Mortalidade em função de classes de rosetas e tratamento

A Tabela 5.2.3 apresenta as frequências (percentuais) de plantas por categoria de mortalidade, classes de rosetas e tratamento. Quando a planta está na classe 1 de rosetas (possuem uma única roseta), as taxas de mortalidade são de pelo menos 36%, sendo maiores para os tratamentos que utilizam fogo, CF e OF. Plantas com pelos menos duas rosetas têm taxa de mortalidade substancialmente menores do que plantas com apenas uma roseta independentemente do tratamento.

Classe de rosetas=1

Morte99	Tratamento				Total
	CF	CO	OF	OO	
0	223 49,01%	268 63,51%	191 47,39%	283 59,70%	965 55,02%
1	232 50,99%	154 36,49%	212 52,61%	191 40,30%	789 44,98%

Classe de rosetas=2

Morte99	Tratamento				Total
	CF	CO	OF	OO	
0	109 9,01%	124 92,54%	123 86,01%	119 93,70%	475 90,48%
1	12 9,92%	10 7,46%	20 13,99%	8 6,30%	50 9,52%

Tabela 5.2.3 - Mortalidade em função de classes de rosetas e tratamento. Classe 1 – plantas com uma única roseta. Categoria 2- plantas com duas ou mais rosetas.

#### 5.2.4 - Mortalidade em função do efeito conjunto de outras covariáveis

Os efeitos nas taxas de mortalidade devidos a ação conjunta das covariáveis Altura99 versus Nros99, Altura99 versus Infl99 e Ninf99 versus Nros99 também foram analisados. Para esses casos não apresentaremos tabelas.

No caso do estudo de mortalidade em função da Altura99 versus Nros99, independentemente da classe de rosetas, o fator preponderante na queda da taxa de mortalidade é a altura da planta. Para plantas com altura na faixa de 1.0 a 2.0 cm, tanto para as plantas com uma única roseta quanto para plantas com duas ou mais rosetas, a taxa de mortalidade ficou em torno de 80%. Estas taxas caem substancial e progressivamente para as demais classes de altura.

O estudo de mortalidade em função da Altura99 versus Ninf99 apresentou resultados muito similares ao estudo da Altura99 versus Nros99. Para plantas com altura na faixa de 1.0 a 2.0 cm, a taxa de mortalidade foi de 80% para plantas com zero inflorescências e de 77% para plantas com uma ou mais inflorescências. Estas taxas caem substancial e progressivamente para as demais classes de altura.

No estudo da mortalidade em função da Ninf99 versus Nros99, verificou-se o óbvio: a mortalidade cai para plantas com mais rosetas e/ou mais flores. A seguir apresentaremos o modelo logístico que obtivemos para os dados em estudo.

### 5.3 Modelo Logístico para o Estudo da Mortalidade de plantas em 1999-2000

No modelo logístico ajustado adotamos as seguintes categorias de referência:

nros1 = plantas com uma única roseta;

ninf1 = plantas com zero inflorescências;

alt1 = plantas com altura entre 1.0 e 2.0 cm;

OO = plantas submetidas a nenhum tipo de tratamento.

Apresentaremos a seguir o modelo ajustado para os dados e a interpretação dos coeficientes do modelo, lembrando que  $\log[p/(1-p)] = X\beta$ , onde  $\beta$  é um vetor de coeficientes do modelo logístico, X é o vetor de covariáveis, e p é a probabilidade de morte de uma planta dado um conjunto de valores para as covariáveis. Denotaremos a razão  $p/(1-p)$  por “chance”.

O modelo ajustado mais parcimonioso para os dados em estudo é o seguinte:

$$\log(p/(1-p)) = 0.94502 - 0.70601*nros2 - 0.77722*inf2 - 1.05416*alt2 - 2.28617*alt3 - 2.72384*alt4 + 0.67292*CF + 0.48857*CO + 2.09139*OF - 1.30520*CO \times alt2 - 1.56225*CO \times alt3 - 1.81923*CO \times alt4 - 1.16771*OF \times alt2 - 1.51374*OF \times alt3 - 1.39206*OF \times alt3 + 0.94344*CO \times inf2,$$

onde,

nros2 assume valor 1 se uma planta tem duas ou mais rosetas, e 0 em caso contrário;

ninf2 assume valor 1 se uma planta tem uma ou mais inflorescências, e 0 em caso contrário;

alt2 assume valor 1 se uma planta tem altura no intervalo alturas entre (2.0,3.0] cm, e 0 em caso contrário;

alt3 assume valor 1 se uma planta tem altura no intervalo alturas entre (3.0,4.0] cm, e 0 em caso contrário;

alt4 assume valor 1 se uma planta tem altura no intervalo alturas entre (4.0,7.5] cm, e 0 em caso contrário;

CF assume valor 1 se uma planta foi submetida ao tratamento CF, e 0 em caso contrário;

CO assume valor 1 se uma planta foi submetida ao tratamento CO, e 0 em caso contrário;

OF assume valor 1 se uma planta foi submetida ao tratamento OF, e 0 em caso contrário.

Na Tabela 5.3.1 encontram-se os valores dos coeficientes e outras estatísticas úteis na interpretação dos resultados. As análises de resíduos indicaram que não houve sérios desvios das hipóteses do modelo logístico. Observa-se que os efeitos principais de cada uma das variáveis são significativos a pelo menos a 10% de significância. Há também algumas interações significativas entre tratamentos e classes de altura e entre o tratamento CO e classes de inflorescências. O tratamento CO consta do modelo (hierárquico) pois houve uma interação significativa entre este tratamento e as classes de inflorescência. A seguir apresentaremos a interpretação dos resultados.

Morte99	coeficiente	Valor Z	Valor P	Percentual de mudança	Desvio padrão % mudança
nros2	-0.70601	-3.872	0.000	-50.6	0.4207
inf2	-0.77722	-5.905	0.000	-54.0	0.4926
alt2	-1.05416	-6.041	0.000	-65.2	0.4363
alt3	-2.28617	-10.090	0.000	-89.8	0.4353
alt4	-2.72384	-10.274	0.000	-93.4	0.4257
CF	0.67292	4.530	0.000	96.0	0.4348
CO	0.48857	1.746	0.081	63.0	0.4292
OF	2.09139	5.036	0.000	709.6	0.4270
CO x alt2	-1.30520	-3.798	0.000	-72.9	0.2427
CO x alt3	-1.56225	-3.490	0.000	-79.0	0.2622
CO x alt4	-1.81923	-2.888	0.004	-83.8	0.2172
OF x alt2	-1.16771	-2.477	0.013	-68.9	0.2163
OF x alt3	-1.51374	-3.062	0.002	-78.0	0.2542
OF x alt4	-1.39206	-2.633	0.008	-75.1	0.2497
CO x inf2	0.94344	3.186	0.001	156.9	0.3472
Constante	0.94502	6.491	0.000		

Tabela 5.3.1 – Coeficientes do modelo, valores P, e percentual de mudança na contagem esperada para um certo nível do fator comparado à categoria de referência.

### 5.3.1 – Análise dos efeitos principais

(a) Para plantas com duas ou mais rosetas, as chances de mortalidade decrescem em cerca de 50% em relação às plantas com apenas uma roseta, quando se mantêm todas as outras variáveis constantes.

(b) Para plantas com pelo menos uma flor, as chances de mortalidade decrescem em cerca de 54% em relação às plantas com zero flores, quando se mantêm todas as outras variáveis constantes e as plantas receberam tratamento OO.

(c) Plantas com altura em centímetros no intervalo (2.0,3.0] têm chance de mortalidade diminuída em 65% quando comparadas às plantas com até 2cm de altura, quando se mantêm todas as outras variáveis constantes e as plantas receberam tratamento OO.

(d) Plantas com altura em centímetros no intervalo (3.0,4.0] têm chance de mortalidade diminuída em 90% quando comparadas às plantas com até 2cm de altura, quando se mantêm todas as outras variáveis constantes e as plantas receberam tratamento OO.

(e) Plantas com altura 4.0 ou mais cm têm chance de mortalidade diminuída em 93% quando comparadas às plantas com até 2cm de altura, quando se mantêm todas as outras variáveis constantes e as plantas receberam tratamento OO.

(f) Plantas submetidas aos tratamentos CF ou OF, têm chances de mortalidade aumentadas em, respectivamente, 96% e 710%, em relação às plantas que foram submetidas ao tratamento OO, quando se mantêm todas as outras variáveis constantes e as plantas têm altura de no máximo 2 cm.

### 5.3.2 - Análise dos efeitos das interações

Se a associação entre a covariável e a variável resposta for diferente em cada nível de um determinado fator de risco, pode-se dizer que existe interação entre a covariável e o fator de risco, ver Hosmer e Lemeshow (1989).

A tabela 5.3.2 descreve os elementos necessários para o cálculo da diferença entre os logitos de termos envolvidos na interação entre altura da planta nas categorias 1 e 2 e os tratamentos CO e OO. Para as demais combinações de altura e tratamento foi utilizado o mesmo procedimento para os cálculos das diferenças nos logitos.

Altura	Tratamento		Diferença no logito
	OO	CO	
Altura1	$\hat{\beta}_0 + \beta' z$	$\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_5 + \beta' z$	$\hat{d}_1 = \hat{\beta}_5$
Altura2	$\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 + \beta' z$	$\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_5 + \hat{\beta}_7 + \beta' z$	$\hat{d}_2 = \hat{\beta}_5 + \hat{\beta}_7$
Diferença no logito	$\hat{d}_3 = \hat{\beta}_1$	$\hat{d}_4 = \hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_7$	$\hat{d}_5 = \hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_5 + \hat{\beta}_7$

Tabela 5.3.2 - Expressão dos Logitos e Diferenças dos Logitos em termos dos parâmetros Estimados para quatro possíveis combinações dos valores de Altura e Tratamento de plantas com número de inflorescências igual a zero.

As razões das chances são obtidas ao exponenciar as diferenças nos logitos descritos na tabela 5.3.2. Para a construção dos intervalos de confiança para os logitos foi necessário obter estimativas da variância para cada combinação linear dos coeficientes nas expressões obtidas no cálculo da diferença dos logitos. Ver tabela de variâncias e covariâncias no anexo A1. Um exemplo, considerando-se a tabela 5.3.2 é:

$$Var(\hat{d}_s) = Var(\hat{\beta}_1) + Var(\hat{\beta}_5) + Var(\hat{\beta}_7) + 2Cov(\hat{\beta}_1, \hat{\beta}_5) + 2Cov(\hat{\beta}_1, \hat{\beta}_7) + 2Cov(\hat{\beta}_5, \hat{\beta}_7)$$

### 5.3.2.1 - Análise dos efeitos das interações entre classes de altura e o tratamento CO para plantas com zero inflorescências

Os cálculos para a tabela 5.3.2 são apresentados na tabela 5.3.3, que se refere ao estudo do efeito da interação entre classes de altura e o tratamento CO para plantas com zero inflorescências.

Efeito	Entre	Diferença	Razão de chances	Intervalo	
				lim inf	lim sup
CO	ALT1	0,48857	1,62998	0,941917	2,82068
CO	ALT2	-0,81663	0,44192	0,260852	0,74867
ALT2	OO	-1,05416	0,34849	0,247538	0,4906
ALT2	CO	-2,35936	0,09448	0,052864	0,16886
(ALT2 + CO)		-1,87079	0,154	0,091587	0,25895
CO	ALT1	0,48857	1,62998	0,941917	2,82068
CO	ALT3	-1,07368	0,34175	0,153211	0,76229
ALT3	OO	-2,28617	0,10166	0,065203	0,15849
ALT3	CO	-3,84842	0,02131	0,009963	0,04559
(ALT3 + CO)		-3,35985	0,03474	0,016483	0,07322
CO	ALT1	0,48857	1,62998	0,941917	2,82068
CO	ALT4	-1,33066	0,26430	0,080352	0,86937
ALT4	OO	-2,72384	0,06562	0,039028	0,11034
ALT4	CO	-4,54307	0,01064	0,003435	0,03296
(ALT4 + CO)		-4,0545	0,01734	0,005635	0,05338

Tabela 5.3.3 - Valores estimados da diferença do logito, Razão de chances e IC 95% para os efeitos das 4 categorias da variável altura, nas plantas que foram submetidas aos tratamentos OO e CO. **Número de inflorescências igual a zero.**

Todas as análises relativas à Tabela 5.3.3 são relativas ao grupo de plantas com zero inflorescências.

De acordo com a tabela 5.3.3, para as plantas com zero inflorescências, o tratamento CO não é um efeito importante na mortalidade quando comparado ao efeito do tratamento OO para plantas que estão na categoria 1 de altura. Nessa classe de altura, a razão de chances estimada é de 1.62998, implicando que, plantas submetidas ao tratamento CO sofrem um certo acréscimo no risco de morte quando comparadas às plantas submetidas ao tratamento OO e que estão na categoria 1 de altura. Porém, este acréscimo não é estatisticamente significativo a 5% de significância.

Considerando ainda apenas as plantas com zero inflorescências, o tratamento CO é um efeito importante na mortalidade quando comparado ao efeito do tratamento OO para plantas que estão nas categorias 2, 3 e 4 de altura. Nessas classes de altura, as razões de chance estimadas são estatisticamente significativas a 5%, sendo, respectivamente, 0.44192, 0.34175 e 0.26430. Portanto, plantas submetidas ao tratamento CO sofrem uma diminuição progressiva no risco de morte à medida que a altura da planta aumenta, quando comparadas às plantas submetidas ao tratamento OO.

As categorias de altura 2, 3 e 4 têm um efeito importante na mortalidade das plantas quando comparados ao efeito da classe 1 de altura, tanto para o tratamento OO quanto para o tratamento CO. Para ambos os tipos de tratamentos, as plantas apresentam uma diminuição progressiva e estatisticamente significativa a 5% (em cada classe de altura) no risco de morte à medida que a altura da planta aumenta. Porém, esta diminuição não é tão expressiva para o tratamento OO (razões de chances, 0.34849, 0.10166 e 0.06562) quanto é para o tratamento CO (razões de chances, 0.09448, 0.02131 e 0,01064).

Considerando agora o efeito conjunto do tratamento CO com alguma das classes de altura (2,3 ou 4) comparado ao efeito conjunto do tratamento OO com a classe 1 de altura, as razões de chance estimadas são, respectivamente, 0.15400, 0.03474, 0.01734, para as classes de altura 2, 3, e 4. Esta informação complementa a informação dada no parágrafo anterior.

### **5.3.2.2 - Análise dos efeitos das interações entre classes de altura e o tratamento CO para plantas com uma ou mais inflorescências**

De acordo com a Tabela 5.3.4, no caso em que as plantas possuem pelo menos uma flor, o tratamento CO é um efeito importante na mortalidade quando comparado ao efeito do tratamento OO para plantas que estão na categoria 1 de altura. Nessa classe de altura, a razão de chances estimada é de 4.18711, implicando que, plantas submetidas ao tratamento CO sofrem um acréscimo significativo a 5% de significância, no risco de morte quando comparadas às plantas submetidas ao tratamento OO e que estão na categoria 1 de altura.

A Tabela 5.3.4, que se refere ao estudo do efeito da interação entre classes de altura e o tratamento CO para plantas com uma ou mais inflorescências.

Efeito	Entre	Diferença	Razão de chances	Intervalo	
				lim inf	lim sup
CO	ALT1	1,43201	4,18711	2,14967	8,15562
CO	ALT2	0,12681	1,1352	0,65098	1,97961
ALT2	OO	-1,05416	0,34849	0,24754	0,4906
ALT2	CO	-2,35936	0,09448	0,05286	0,16886
(ALT2 + CO)		-0,92735	0,3956	0,22847	0,68499
CO	ALT1	1,43201	4,18711	2,14967	8,15562
CO	ALT3	-0,13024	0,87788	0,43182	1,78472
ALT3	OO	-2,28617	0,10166	0,0652	0,15849
ALT3	CO	-3,84842	0,02131	0,00996	0,04559
(ALT3 + CO)		-2,41641	0,08924	0,04555	0,17485
CO	ALT1	1,43201	4,18711	2,14967	8,15562
CO	ALT4	-0,38722	0,67894	0,22373	2,06032
ALT4	OO	-2,72384	0,06562	0,03903	0,11034
ALT4	CO	-4,54307	0,01064	0,00343	0,03296
(ALT4 + CO)		-3,11106	0,04455	0,01536	0,1292

Tabela 5.3.4 - Valores estimados da diferença do logito, Razão de chances e IC 95% para os efeitos das 4 categorias da variável altura, nas plantas que foram submetidas aos tratamentos OO e CO. Número de inflorescências maior ou igual a 1.

De acordo com a Tabela 5.3.4, considerando ainda apenas as plantas com uma ou mais inflorescências, o tratamento CO não é um efeito importante na mortalidade quando comparado ao efeito do tratamento OO para plantas que estão nas categorias 2, 3 e 4 de altura. Nessas classes de altura, as razões de chance estimadas não são estatisticamente significativas a 5%, sendo, respectivamente, 1,1352, 0,87788 e 0,67894. Embora não estatisticamente significativas, estas razões de chances apresentam diminuição progressiva no risco de morte da planta à medida que a altura da planta aumenta.

Para plantas com uma ou mais flores, as categorias de altura 2, 3 e 4 têm um efeito importante na mortalidade das plantas quando comparados ao efeito da classe 1 de altura, tanto para o tratamento OO quanto para o tratamento CO. Para ambos os tipos de tratamentos, as plantas apresentam uma diminuição progressiva e estatisticamente significativa a 5% (em cada classe de altura) no risco de morte à medida que a altura da planta aumenta. Porém, esta diminuição não é tão expressiva para o tratamento OO quanto para o tratamento CO.

Para plantas com uma ou mais flores, considerando agora o efeito conjunto do tratamento CO com alguma das classes de altura (2,3 ou 4) comparado ao efeito conjunto do tratamento OO com a classe 1 de altura, as razões de chance estimadas são, respectivamente, 0,3956, 0,08924 e 0,04455 para as classes de altura 2, 3, e 4. Portanto, plantas submetidas ao tratamento CO e com altura maior do que a da categoria 1,

apresentam, progressivamente, menor mortalidade do que plantas submetidas ao tratamento OO e que estão na categoria 1 de altura.

### 5.3.2.3 - Análise dos efeitos das interações entre classes de altura e o tratamento OF

Nesta seção analisaremos o efeito da interação entre classes de altura e o tratamento OF. Nesse caso não é necessário fazer análises separadas para o caso de plantas com zero ou uma ou mais inflorescências uma vez que a interação entre o tratamento OF e Número de inflorescências foi não significativa.

Efeito	Entre	Diferença	Razão de chances	Intervalo	
				lim inf	lim sup
OF	ALT1	2,09139	8,09616	3,58749	18,2712
OF	ALT2	0,92368	2,51854	1,5618	4,0614
ALT2	OO	-1,05416	0,34848	0,24754	0,4906
ALT2	OF	-2,22187	0,10841	0,04048	0,2903
(ALT2 + OF)		-0,13048	0,87767	0,44497	1,7312
OF	ALT1	2,09139	8,09616	3,58749	18,2712
OF	ALT3	0,57765	1,78185	1,01792	3,1191
ALT3	OO	-2,28617	0,10166	0,0652	0,1585
ALT3	OF	-3,79991	0,02237	0,00939	0,0533
(ALT3 + OF)		-1,70852	0,18113	0,11039	0,2972
OF	ALT1	2,09139	8,09616	3,58749	18,2712
OF	ALT4	0,69933	2,0124	1,02537	3,9496
ALT4	OO	-2,72384	0,06562	0,03903	0,1103
ALT4	OF	-4,1159	0,01631	0,00651	0,0409
(ALT4 + OF)		-2,02451	0,13206	0,07404	0,2356

Tabela 5.3.5 - Valores estimados da diferença do logito, Razão de chances e IC 95% para os efeitos das 4 categorias da variável altura, nas plantas que foram submetidas aos tratamentos OO e OF.

De acordo com a tabela 5.3.5, o tratamento OF é um efeito importante na mortalidade quando comparado ao efeito do tratamento OO para plantas que estão na categoria 1 de altura. Nessa classe de altura, a razão de chances estimada é de 8.09616, implicando que, plantas submetidas ao tratamento OF sofrem um grande acréscimo (estatisticamente significativo ao nível de 5% de significância) no risco de morte quando comparadas às plantas submetidas ao tratamento OO e que estão na categoria 1 de altura.

Excluído: i

O tratamento OF é um efeito importante na mortalidade quando comparado ao efeito do tratamento OO para plantas que estão nas categorias 2, 3 e 4 de altura. Nessas classes de altura, as razões de chance estimadas são estatisticamente significativas a 5%, sendo, respectivamente, 2.51854, 1.78185 e 2.0124. Portanto, plantas submetidas ao tratamento OF e que estão nas classes 2, 3, e 4 de altura apresentam maior risco de morte do que as plantas submetidas ao tratamento OO. Porém, tal risco diminui, não monotonicamente, à medida que a altura da planta aumenta.

As categorias de altura 2, 3 e 4 têm um efeito importante na mortalidade das plantas quando comparados ao efeito da classe 1 de altura, tanto para o tratamento OO quanto para o tratamento OF. Para ambos os tipos de tratamentos, as plantas apresentam uma diminuição progressiva e estatisticamente significativa a 5% (em cada classe de altura) no risco de morte à medida que a altura da planta aumenta. Porém, esta diminuição não é tão expressiva para o tratamento OO (razões de chances, 0.34848, 0.10166 e 0.06562) quanto é para o tratamento OF (razões de chances, 0.10841, 0.02237 e 0.01631).

#### **5.3.2.4 - Análise dos efeitos das interações entre classes de altura e o tratamento CF**

Nesta seção analisaremos o efeito da interação entre classes de altura e o tratamento CF. Nesse caso não é necessário fazer análises separadas para o caso de plantas com zero ou uma ou mais inflorescências uma vez que a interação entre o tratamento CF e Número de inflorescências foi não significativa.

De acordo com a tabela 5.3.6, o tratamento CF é um efeito importante na mortalidade quando comparado ao efeito do tratamento OO para plantas que estão na categoria 1 de altura. Nessa classe de altura, a razão de chances estimada é de 1.95995, implicando que, plantas submetidas ao tratamento CF sofrem um acréscimo (estatisticamente significativo ao nível de 5% de significância) no risco de morte quando comparadas às plantas submetidas ao tratamento OO e que estão na categoria 1 de altura.

As categorias de altura 2, 3 e 4 têm um efeito importante na mortalidade das plantas quando comparados ao efeito da classe 1 de altura, tanto para o tratamento OO quanto para o tratamento CF. Para ambos os tipos de tratamentos, as plantas apresentam uma diminuição progressiva e estatisticamente significativa a 5% (em cada classe de altura) no risco de morte à medida que a altura da planta aumenta. Esta diminuição é tão expressiva para o tratamento OO quanto para o tratamento CF (razões de chances, 0.34848, 0.10166 e 0.06562).

Efeito	Entre	Diferença	Razão de chances	Intervalo	
				lim inf	lim sup
CF	ALT1	0,67292	1,95995	1,46491	2,62228
CF	ALT2	0,67292	1,95995	1,46491	2,62228
ALT2	OO	-1,05416	0,34848	0,24754	0,4906
ALT2	CF	-1,05416	0,34848	0,24754	0,4906
(ALT2 + CF)		-0,38124	0,68301	0,44639	1,04507
CF	ALT1	0,67292	1,95995	1,46491	2,62228
CF	ALT3	0,67292	1,95995	1,46491	2,62228
ALT3	OO	-2,28617	0,10166	0,0652	0,15849
ALT3	CF	-2,28617	0,10166	0,0652	0,15849
(ALT3 + CF)		-1,61325	0,19924	0,11944	0,33235
CF	ALT1	0,67292	1,95995	1,46491	2,62228
CF	ALT4	0,67292	1,95995	1,46491	2,62228
ALT4	OO	-2,72384	0,06562	0,03903	0,11034
ALT4	CF	-2,72384	0,06562	0,03903	0,11034
(ALT4 + CF)		-2,05092	0,12862	0,07292	0,22685

Tabela 5.3.6 - Valores estimados da diferença do logito, Razão de chances e IC 95% para os efeitos das 4 categorias da variável altura, nas plantas que foram submetidas aos tratamentos OO e CF.

### 5.3.2.5 - Comparações entre os tratamentos:

Com base na Tabela 5.3.7 verifica-se que plantas submetidas ao tratamento CF têm um aumento não significativo nas chances de mortalidade quando comparadas às plantas submetidas ao tratamento CO. Porém, plantas submetidas ao tratamento OF têm um aumento altamente significativo nas chances de mortalidade quando comparadas às plantas submetidas ou ao tratamento CO ou ao tratamento CF. Esses resultados são compreensíveis quando se leva em conta a primeira classe de altura da Tabela 5.2.2. Uma grande parte da mortalidade ocorre para plantas mais jovens, e o fogo tem um papel importante na mortalidade das plantas.

Quando se compara os tratamentos OF e CF, verifica-se que CF é menos agressivo às plantas em geral do que OF. Além disso, CF e CO são igualmente agressivos às plantas.

Morte99	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Intervalo confiança]	
CF x CO	0,1843	0,2896	0,637	0,524	-0,3832	0,7519
OF x CF	0,1418	0,4201	3,377	0,001	0,5950	2,2418
OF x CO	1,6028	0,4602	3,483	0,000	0,7008	2,5048

Tabela 5.3.7 – comparação das taxas de mortalidade entre os tratamentos.

### 5.3.2.6 - Probabilidades estimadas de morte de uma planta

Com base no modelo ajustado foram estimadas as probabilidades de morte de uma planta para alguns casos de interesse.

Considere como **plantas jovens** aquelas que têm uma única roseta, zero inflorescências, e até 2 cm. de altura, e como **plantas maduras** aquelas que têm duas ou mais rosetas, pelo menos uma inflorescência, e altura no intervalo (4.0, 7.5] cm.

Plantas jovens submetidas ao tratamento CF têm probabilidade estimada de morte de 0.4917. Ainda que uma planta tenha uma única roseta, e zero inflorescências, se a altura da mesma estiver no intervalo (2.0, 3.0] cm, probabilidade estimada de morte é de 0.2521. Plantas maduras submetidas ao tratamento CF têm probabilidade estimada de morte de 0.014.

Plantas jovens submetidas ao tratamento OF têm probabilidade estimada de morte de 0.7998. Ainda que uma planta tenha uma única roseta, e zero inflorescências, se a altura da mesma estiver no intervalo (2.0, 3.0] cm, probabilidade estimada de morte é de 0.3022. Plantas maduras submetidas ao tratamento OF têm probabilidade estimada de morte de 0.015.

## 6. Análise Descritiva dos Dados de 2000 e 2001

Das 1440 plantas vivas em 2000, 165 (11.4%) morreram em 2001.

As variáveis de interesse nesta análise são:

Morte00 = variável binária, com Morte00=1 indicando a ocorrência de morte de uma planta em 2001.

Nros00 = número de rosetas de uma planta em 2000

Ninf00= número de inflorescências de uma planta em 2000

Altura00=altura uma planta em 2000

Trat00= categorias de tratamentos aplicados às plantas, onde C=coleta e F=fogo e O=nada:

OOOO, CF CF, C F O F, C O C O, **COOF**, O F C O, O F O F e **OOCF**.

## 6.1 - Mortalidade em função das covariáveis para os dados de 2000 e 2001

### 6.1.1 - Mortalidade em função dos tratamentos

Com base na Tabela 6.0.1, observa-se que os tratamentos OOCF (seguido de COOF) e CFCF foram, respectivamente, os que causaram a maior e a menor taxas de mortalidade.

Morte00	Tratamentos								Total
	CFCF	CFOF	COCO	COOF	OFCO	OFOF	OOCF	O000	
0	152	147	171	176	131	153	178	167	1275
	92,68%	87,50%	91,44%	85,85%	92,25%	88,95%	84,36%	87,43%	88,54%
1	12	21	16	29	11	19	33	24	165
	7,32%	12,50%	8,56%	14,15%	7,75%	11,05%	15,64%	12,57%	11,46%
Total	164	168	187	205	142	172	211	191	1440
	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Tabela 6.0.1 - Mortalidade no ano de 2001 em função dos tratamentos

### 6.1.2 - Mortalidade em função de classes de inflorescências

A variável Ninf00, mede o número de inflorescências em 2000. Na análise descritiva da mortalidade em função de Ninf00, não foi possível utilizar as mesmas classes de inflorescência da análise dos dados de 1999. Os dados observados em 2000 apresentaram zero plantas que morreram entre as plantas que não tinham nenhuma flor. Várias possibilidades de categorizar Ninf00 foram tentadas. Chegou-se a conclusão de que Ninf00 deveria ser categorizada em duas classes, a primeira classe relacionando plantas com até 8 flores, a segunda relacionando plantas com mais de 8 flores.

A Tabela 6.0.2 apresenta a proporção observada de morte por categoria de inflorescências. Aparentemente, plantas com até 8 flores têm taxa de mortalidade maior do que plantas com mais de 8 flores.

Morte00	Categoria de inflorescência		Total
	0	1	
0	588	493	1081
	89,63%	93,02%	91,15%
1	68	37	105
	10,37%	6,98%	8,85%
Total	656	530	1186
	100,00%	100,00%	100,00%

Tabela 6.0.2 - Mortalidade em função de classes de inflorescência. Classe 1 – plantas com até 8 flores. Classe 2- plantas com mais de 8 flores.

### 6.1.3 - Mortalidade em função de classes de rosetas

A variável Nros00, que mede o número de rosetas em 2000, foi categorizada em duas classes. A primeira classe relaciona plantas com uma roseta, a segunda classe relaciona plantas com mais de uma roseta. A Tabela 6.0.3 apresenta a proporção observada de morte por categoria de rosetas. Aparentemente, plantas com até 2 rosetas têm taxa de mortalidade maior do que plantas com mais de 2 rosetas.

Morte00	Número de rosetas		Total
	1	2	
0	731	544	1275
	85,80%	92,52%	88,54%
1	121	44	165
	14,20%	7,48%	11,46%
Total	852	588	1440
	100,00%	100,00%	100,00%

Tabela 6.0.3 - Mortalidade em função de classes de rosetas. Classe 1 – plantas com 1 roseta. Classe 2- plantas mais de uma roseta.

### 6.1.4 - Mortalidade em função de classes de altura

A variável Altura00, mede a altura da planta em 2000. Na análise descritiva da mortalidade em função de Altura00, não foi possível utilizar as mesmas classes de altura da análise dos dados de 1999.

Os dados observados em 2000 apresentaram apenas três plantas que morreram entre as plantas na classe de altura entre 1.0 e 2.0 cm, inviabilizando a construção de análises estatísticas confiáveis. Desta forma, e considerando também outras análises adicionais considerando o efeito conjunto da mortalidade em função da altura da planta e alguma outra das covariáveis, optou-se por categorizar a variável Altura00 em duas classes. A primeira classe relaciona plantas com até 4.0 cm, a segunda relaciona plantas com mais de 4.0 cm.

A Tabela 6.0.4 apresenta a proporção observada de morte por categoria de altura. Aparentemente, plantas com até 4.0 cm de altura têm taxa de mortalidade ligeiramente maior do que plantas com mais do que 4.0 cm.

Morte00	Classe de altura		Total
	1	2	
0	661 87,55%	614 89,64%	1275 88,54%
1	94 12,45%	71 10,36%	165 11,46%
Total	755 100,00%	685 100,00%	1440 100,00%

Tabela 6.0.4 - Mortalidade em função de classes de rosetas. Classe 1 – plantas com até 4.0 cm de altura. Classe 2- plantas mais de 4.0 cm de altura.

## 6.2 - Mortalidade em função do efeito conjunto de covariáveis

O estudo da mortalidade das plantas com respeito ao relacionamento conjunto entre tratamentos e altura, tratamentos e número de rosetas, e tratamentos e número de inflorescências não é possível devido ao reduzido tamanho amostral nas categorias envolvendo plantas mortas. O relacionamento entre categorias de altura e categorias de rosetas e entre categorias de altura e categorias de inflorescências não revelou, aparentemente, a existência de interação entre estes efeitos.

## 6.3 - Modelo Logístico para o Estudo da Mortalidade de plantas em 2000-2001

O modelo ajustado mais parcimonioso para os dados em estudo é o seguinte:

$$\log(p/(1-p)) = -0.73563*nros2 + 0.39922*COOF + 0.54728*OOCF,$$

onde,

nros2 assume valor 1 se uma planta tem duas ou mais rosetas, e 0 em caso contrário;

COOF assume valor 1 se uma planta foi submetida ao tratamento COOF, e 0 em caso contrário;

OOCF assume valor 1 se uma planta foi submetida ao tratamento OOCF, e 0 em caso contrário;

Na Tabela 6.0.5 encontram-se os valores dos coeficientes e outras estatísticas úteis na interpretação dos resultados. Observa-se que os efeitos principais de cada uma das variáveis são significativos a pelo menos a 10% de significância. Não observou-se nenhum efeito de interação significativo no modelo ajustado.

Morte00	Coeficiente	Valor z	Valor P	%mudança	%StdX	SDofX
nros2	-0.73563	-3.963	0.000	-52.1	-30.4	0.4917
COOF	0.39922	1.757	0.079	49.1	15.0	0.3495
OOCF	0.54728	2.510	0.012	72.9	21.4	0.3538

Tabela 6.0.5 – Coeficientes do modelo, valores P, e percentual de mudança na contagem esperada para um certo nível do fator comparado à categoria de referência.

### 6.3.1 – Análise dos efeitos principais

A seguir apresentaremos a interpretação dos resultados.

(a) Para plantas com mais de duas ou mais rosetas, as chances de mortalidade decrescem em cerca de 52% em relação às plantas com até duas rosetas, quando se mantêm todas as outras variáveis constantes.

(b) Plantas submetidas aos tratamentos COOF ou OOCF, têm chances de mortalidade aumentadas em, respectivamente, 49% e 72%, em relação às plantas que foram submetidas ao tratamento OOOO, quando se mantêm todas as outras variáveis constantes.

### 6.3.2 - Comparações entre os tratamentos COOF e OOCF:

Com base na Tabela 6.0.6, verifica-se que plantas submetidas ao tratamento COOF ou ao tratamento OOCF têm mesma chance de mortalidade.

Morte00	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Intervalo confiança]	
COOF x OOCF	0,1480	0,2779	0,533	0,594	-0,3967	0,6929

Tabela 6.0.6 – comparação das taxas de mortalidade entre os tratamentos.

### **6.3.3 - Probabilidade estimada de morte de uma planta:**

Com base no modelo ajustado foram estimadas as probabilidade de morte de uma planta para alguns casos de interesse.

Plantas com uma única roseta submetidas ao tratamento COOF têm probabilidade estimada de morte de 0.5985. Plantas com mais de uma roseta submetidas ao tratamento COOF têm probabilidade estimada de morte de 0.4167.

Plantas com uma única roseta submetidas ao tratamento OOCF têm probabilidade estimada de morte de 0.6335. Plantas com mais de uma roseta submetidas ao tratamento OOCF têm probabilidade estimada de morte de 0.4530.

### **Conclusão**

Neste trabalho apresentamos um modelo para o risco de morte de sempre-vivas em função das características de manejo Fogo e Coleta. O experimento foi realizado na região de Diamantina (MG), resultando em um grande volume de dados para análise. Baseado nestes dados, o modelo o logístico, que foi adotado e validado, permitiu a elucidação de fatores que contribuem para o risco de morte das plantas sempre-vivas em análise.

A estimativa do risco de vida das sempre-vivas em função de características de plantio e coleta, permite subsidiar em planejamento social e econômico do extrativismo a ser realizado. Com isto, é possível maximizar o sustento de famílias no longo prazo, e minimizar o risco de extinção daquelas espécies que estão ameaçadas de extinção. Trata-se assim, de ferramenta fundamental para uma política governamental bem embasada e com chances de sucesso.

## Bibliografia

- CUTTER, E. G. 1986. *Anatomia vegetal*. Parte 1 - Células e tecidos. São Paulo: Editora Roca.
- FERREIRA, M.B.; SATURNINO, H.M. 1977. Algumas considerações sobre os arranjos ornamentais confeccionados com plantas secas em Minas Gerais. *Anais da Sociedade Botânica do Brasil. XXIII Cong. Nac.* pp 201-211.
- GIULIETTI, N.; GIULIETTI, A.; PIRANI, J. R. & MENEZES, N. L. 1988. Estudos em sempre-vivas: importância econômica do extrativismo em Minas Gerais, Brasil. *Acta bot. Bras.* 1(2):179-193.
- HOSMER, D.W AND LEMESHOW, S. (1989). *Applied Logistic Regression*. John Wiley & Sons, New York.
- INSTITUTO TERRA BRASILIS/Centro CAPE/SEBRAE/Mãos de Minas, 1999. *Projeto Sempre-Viva: Perspectivas de seu Uso Sustentado*. ITB, Belo Horizonte.
- JOLY, A. B. 1985. *Botânica: introdução à taxonomia vegetal*. São Paulo: Ed. Nacional.
- LESLIE, P.H. 1945. On the use of matrices in certain population mathematics. *Biometrika*, 33: 183-212.
- McCULLAGH, P. AND NELDER, J. 1989. *Generalized Linear Models* (second edition). Chapman & Hall.
- MINAS GERAIS, 1997. *Diário do Executivo, Legislativo e publicações de terceiros. Caderno 1*, 30/10/1997. P 10-12.
- SATURNINO, H.M.; SATURNINO, M.A.C. & FERREIRA, M.B. 1977. Algumas considerações sobre exportação e importação de plantas ornamentais em Minas Gerais. *Anais da Sociedade Botânica do Brasil. XXIII Cong. Nac.* pp 213-217.
- TOLEDO, L.R. 1977. Sempre-viva. *Revista Globo Rural*. Janeiro de 1977: 58-61.

## Anexos

### A1) Tabela de variâncias e covariâncias

. vce

	nr992	ni992	q992	q993	q994	trat1	trat2
nr992	.033253						
ni992	-.003883	.017325					
q992	-.001075	-.002662	.030452				
q993	-.004473	-.004385	.017603	.051339			
q994	-.009257	-.006339	.018446	.020362	.070288		
trat1	.000199	-.002215	-.002712	-.00262	-.004262	.022062	
trat2	-.000276	.004851	.014156	.013513	.012045	.008237	.078288
trat3	.000625	-.001207	.015111	.015123	.014412	.009016	.019472
tr2a2	-.000448	.00284	-.030403	-.017398	-.018022	.002702	-.062036
tr2a3	-.00102	.005026	-.017425	-.0506	-.018833	.002587	-.055567
tr2a4	-.001807	.00763	-.018088	-.018874	-.067208	.004196	-.053093
tr3a2	-.003734	.00083	-.029901	-.016259	-.016054	.002994	-.0148
tr3a3	-.00172	.00224	-.016928	-.049671	-.017377	.002955	-.014281
tr3a4	-.0003	.001812	-.017204	-.017436	-.065146	.004938	-.013577
tr2i2	.000943	-.016981	.002758	.00478	.007157	.002197	-.025127
_cons	.000745	-.004906	-.014171	-.013576	-.012176	-.008234	-.021183

  

	trat3	tr2a2	tr2a3	tr2a4	tr3a2	tr3a3	tr3a4
trat3	.172453						
tr2a2	-.015139	.118126					
tr2a3	-.015226	.07411	.200385				
tr2a4	-.01462	.075369	.086463	.39694			
tr3a2	-.167605	.030072	.016876	.017297	.222194		
tr3a3	-.167611	.017007	.049956	.017949	.169453	.24437	
tr3a4	-.166777	.017218	.017485	.065246	.16956	.169754	.27945
tr2i2	.001152	-.01463	-.036958	-.042842	-.0005	-.002088	-.001786
_cons	-.019463	.014137	.013453	.011928	.014747	.014256	.013573

  

	tr2i2	_cons
tr2i2	.087669	
_cons	.00484	.021194