

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS EXATAS
DEPARTAMENTO DE ESTATÍSTICA**

**EFEITO NA TAXA DE GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE EMBAÚBA
DEVIDO À PASSAGEM DAS MESMAS PELO TRATO DIGESTIVO DE
MORCEGOS**

Aluno: Maykel Fogaça de Oliveira

Orientadora: Suely Ruiz Giolo

**CURITIBA
DEZEMBRO / 2006**

MAYKEL FOGAÇA DE OLIVEIRA

**EFEITO NA TAXA DE GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE EMBAÚBA
DEVIDO À PASSAGEM DAS MESMAS PELO TRATO DIGESTIVO DE
MORCEGOS**

Trabalho apresentado para a disciplina
Laboratório de Estatística I do curso de
Bacharelado em Estatística da
Universidade Federal do Paraná, sob
orientação da Prof^a. Suely Ruiz Giolo.

**CURITIBA
DEZEMBRO / 2006**

EFEITO NA TAXA DE GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE EMBAÚBA DEVIDO À PASSAGEM DAS MESMAS PELO TRATO DIGESTIVO DE MORCEGOS

RESUMO

Este trabalho foi realizado com base em dados referentes à germinação de sementes de embaúba (*C. pachystachya*), coletadas após sua passagem pelo trato digestivo das espécies de morcegos *Artibeus lituratus* e *Platyrrhinus lineatus*, e sementes coletadas diretamente dos frutos, chamadas de controle. O interesse está voltado em verificar a existência de diferenças entre as taxas de germinação.

Das análises das taxas de germinação, pelo modelo de regressão de Cox, e das análises das proporções de germinação, pela ANOVA, conclui-se que as sementes controle e as que passaram pelo trato digestivo dos *Artibeus lituratus* obtiveram uma taxa de germinação maior que as sementes que passaram pelo trato digestivo dos *Platyrrhinus lineatus*. Essa conclusão é interessante pela importância que o morcego *Artibeus lituratus* tem na disseminação e proliferação da *C. pachystachya* (embaúba), importante para a regeneração de ecossistemas florestais.

Palavras-chave: modelo de regressão de Cox, ANOVA, embaúba.

SUMÁRIO

RESUMO.....	III
SUMÁRIO.....	4
1. INTRODUÇÃO	5
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	7
2.1. MATERIAL.....	7
2.1.1. Local de Estudo.....	7
2.1.2. Morcegos	7
2.1.3. Obtenção das sementes	8
2.1.4. Germinação.....	8
2.1.5 Características do Experimento	9
2.2. MÉTODOS.....	11
2.2.1. Análise de Sobrevivência	11
2.2.2 Método de Kaplan-Meier	11
2.2.3 Modelos de Regressão Paramétricos	12
2.2.3 Modelos de Regressão de Cox	13
2.2.3 Análise de Variância (ANOVA).....	14
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
3.1. Método Kaplan-Meier	16
3.2. Modelos de Regressão Paramétricos	17
3.3. Modelo de regressão de Cox	18
3.4 ANOVA para proporção de germinação.....	22
4. CONCLUSÕES	24
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

1. INTRODUÇÃO

Animais frutívoros, ao obterem seu alimento e seu sustento, também realizam importante benefício para a planta ao dispersarem suas sementes (Fleming, 1979). No México, Estrada *et al.* (1984), registrou 48 espécies de animais utilizando *Cecropia obtusifolia* como alimento e, conseqüentemente, dispersando suas sementes. Entre os mamíferos, a dispersão é mais desenvolvida na região Neotropical (Van der Pijl, 1972), e os morcegos se destacam por serem os dispersores mais importantes (Fleming & Heithaus, 1981; Gorchov *et al.* 1993; Fleming & Sosa, 1994).

Existem morcegos frugívoros em duas famílias no mundo todo, Pteropodidae, os megaquirópteros, habitando o Velho Mundo e Phyllostomidae, com representantes no Novo Mundo. Segundo Gardner (1977), os morcegos podem dispersar sementes de pelo menos 96 gêneros e 49 famílias neotropicais e 145 gêneros e 56 famílias paleotropicais. Os quirópteros podem dispersar as sementes dos frutos que consomem de dois modos: se a semente for grande, ele consome a parte carnosa ou polpa e rejeita a semente, sob a forma de regurgitação; e se a semente for pequena, ela é ingerida e eliminada nas fezes.

Um morcego pode dispersar centenas de sementes por noite (Fleming & Sosa, 1994) e milhares numa temporada de frutificação. Muitas plantas possuem atrativos para os morcegos, a síndrome da quiropterocoria. Van der Pijl (1972) descreve os frutos que são consumidos por morcegos com cores pardacentas, situados em locais mais expostos da planta, odores ácidos entre outras características que atraíam a atenção e visita dos morcegos.

Galindo-González (1998) aponta alguns fatores a serem analisados para identificar os morcegos como efetivos dispersores e recolonizadores de vegetação em florestas, como comportamento (hábitos de forrageio, movimentos e distância percorridas durante seus vôos noturnos, permanência nas áreas de alimentação, manipulação de sementes e hábitos alimentares) e tempos de trânsito intestinal das sementes e efeito da digestão sobre a germinação das sementes.

Existem muitos estudos recentes que apontam a importância de morcegos frutívoros na regeneração de ecossistemas florestais, por incluírem em sua dieta frutos de espécies de plantas pioneiras e depositarem essas sementes em locais apropriados para aumentar a taxa de germinação dessas espécies. Além disso, ao carregar as sementes para longe de sua planta-mãe, os morcegos estão promovendo um fluxo gênico entre as populações de plantas (Heithaus, 1982).

Espécies de plantas pioneiras se beneficiam da dispersão, são consideradas espécies generalistas, pois oferecem alimento e têm suas sementes dispersadas por animais especialistas e oportunistas. Elas apresentam muitas sementes em seus frutos (Souza & Válio, 2001), e, além disso, as sementes possuem dormência, por vezes quebrada pela luz.

Gardner (1977) diz que 12 espécies de morcegos se alimentam de frutos de *Cecropia* spp, e que pelo menos seis têm essa planta como item principal de sua dieta em alguma época do ano. Entre os morcegos que se alimentam de *Cecropia pachystachya* estão *Artibeus lituratus*, *A. jamaicensis*, *Glossophaga soricina*, *Carollia perspicillata* e *Platyrrhinus lineatus* (Fleming & Williams, 1990). Vários estudos comprovam que a luz é o fator de quebra de dormência de *C. pachystachya* (Souza & Válio, 2001). Além das espécies citadas, outras que se alimentam de outras espécies de *Cecropia* estão *A. jamaicensis*, *P. helleri*, *P. recifinus*, *Phyllostomus hastatus*, *P. discolor*, *Sturnira lilium*, *Uroderma bilobatum*, *U. magnirostrum*, *Rhinophylla pumilio*, *R. fischerae*, *Micronycteris megalotis*, *Vampyressa pusilla*, *Carollia subrufa*, (Gorchov *et al.*, 1993; Lobo *et al.*, 2003).

Há diversos trabalhos que discutem a consequência da passagem da semente pelo trato digestivo de alguns animais. Estrada *et al.* (1984) verificou aumento na taxa de germinação de *C. obtusifolia* por alguns animais. Fleming (1988) também verificou esse aumento com aves e morcegos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. MATERIAL

2.1.1. Local de Estudo

A Estação Experimental de Itirapina, pertencente ao Instituto Florestal de São Paulo e localizada em Itirapina, no estado de São Paulo, sudeste do Brasil (22°15'S; 47°49'W) representa uma área reflorestada com *Pinus* spp., *Eucalyptus* spp. e também uma área com espécies exóticas e nativas. No local existem algumas plantas frutíferas que fornecem alimento para os morcegos e outros animais, como a embaúba (*C. pachystachya*), espécie escolhida para este trabalho de pesquisa.

2.1.2. Morcegos

Para as coletas de morcegos foram utilizadas redes de neblina de 6, 7 e 11 metros de comprimento. As redes eram dispostas em rotas de vôo ou próximas a plantas frutíferas, tentando interceptar o vôo dos morcegos. As sessões de captura se deram entre agosto de 2005 e julho de 2006, mensalmente, exceto abril de 2006. As fases de campo tinham duração de uma a cinco noites por mês, e as redes ficavam dispostas de cinco a seis horas por noite. As datas eram escolhidas de acordo com a fase da lua, sempre evitando as fases de lua crescente e cheia, quando há menor atividade de morcegos (Morrison, 1980; Uieda, 1992). O esforço de captura foi calculado através da multiplicação simples da metragem de rede disposta em cada noite de captura, pelas horas de exposição e número de dias, sendo a unidade de medida hm.

Os morcegos capturados e identificados eram acondicionados em sacos de algodão por algumas horas, até o momento em que já houvesse acontecido sua digestão e eliminação das fezes. O trânsito intestinal de *A. lituratus* e *C. perspicillata* ocorrem em 20 a 40 minutos (Morrison, 1980; Fleming, 1988; Charles-Dominique, 1991). As fezes eram coletadas e individualizadas em tubos de plástico ou envelopes de papel vegetal. Precedendo a soltura do indivíduo, eram tomadas algumas informações relativas ao seu sexo, peso corporal, estágio de desenvolvimento, reprodutivo e

tamanho dos antebraços. Alguns indivíduos foram sacrificados e fixados para preencher a série de testemunho.

2.1.3. Obtenção das sementes

As sementes de *C. pachystachya* utilizadas nos testes de germinação foram coletadas em fezes de morcegos capturados em janeiro e fevereiro de 2006, quando estas plantas estavam em período de frutificação e eram muito visitadas por morcegos. Para o tratamento controle foram coletados frutos que eram encontrados na rede junto aos morcegos e que ainda não tinham sido ingeridos. Esse procedimento foi adotado devido à certeza de que era um fruto maduro ou que o morcego escolheu para se alimentar. Foram adotadas duas formas de procedimento para o armazenamento das sementes que iriam passar pelo teste de germinação:

- Secagem: as sementes foram retiradas das fezes dos morcegos, colocadas em envelopes de papel vegetal e conservadas em local seco e escuro à temperatura ambiente.
- Congelamento: as fezes com as sementes foram congeladas em freezer comercial a temperatura de aproximadamente -5°C.

2.1.4. Germinação

As sementes selecionadas para o teste de germinação foram aquelas encontradas nas fezes de *Artibeus lituratus* e *Platyrrhinus lineatus*, que tinham o maior número de capturas e amostras de fezes.

Em laboratório, as sementes foram limpas antes de usar. Foram escolhidas 150 sementes de cada tratamento e divididas em cinco caixas de germinação “gerbox” com 30 sementes cada, totalizando 30 gerbox. Os “gerbox” foram esterilizados e cobertos com três folhas de papel filtro umedecido com água destilada. As sementes passaram um minuto em 1% hipoclorito de sódio seguido de um minuto de água destilada. O experimento foi conduzido em incubadoras do tipo Mangelsdorf no laboratório de sementes

florestais do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal do Paraná, sob orientação do Prof. Antonio Carlos Nogueira. A luz e temperatura da incubadora foram mantidas constantes (25°C) e ambiente úmido. As sementes germinadas foram registradas diariamente desde o dia 11 de julho de 2006 até o fim do experimento, 36º dia, e eram consideradas germinadas quando apresentavam a emissão de no mínimo 2 mm de radícula (tamanho suficiente para avaliar a normalidade de suas partes e a possibilidade de sobrevivência), (Lima e Borges & Rena, 1993).

2.1.5 Características do Experimento

Foram utilizados para as análises estatísticas 2 fatores, com 3 níveis o primeiro e 2 níveis o segundo. O fator Trato Digestivo, tendo como níveis as duas espécies de morcegos, *Artibeus lituratus* e *Platyrrhinus lineatus*, mais o nível Controle, e o fator Procedimento com os níveis Seco e Congelado.

No Quadro 2.1 são definidos os tratamentos pelas 6 combinações nos níveis dos 2 fatores.

Quadro 2.1. Esquema de definição dos Tratamentos

Tratamento	Trato Digestivo	Procedimento
AC	Artibeus	Congelado
ASC	Artibeus	Seco
Controle-C	Nenhum	Congelado
Controle	Nenhum	Seco
PC	Platyrrhinus	Congelado
PSC	Platyrrhinus	Seco

Obtiveram-se como amostra 30 sementes para cada tratamento com 5 repetições (gerbox) cada, totalizando uma amostra de $30 \times 6 \times 5 = 900$ sementes.

Devido a um erro na condução do experimento (as sementes do nível Congelado deveriam ser somente resfriadas, segundo a pesquisadora),

os tratamentos Controle-C e AC não tiveram germinação e, portanto, não foram incluídos nas análises, obtendo-se agora uma amostra de 600 sementes.

2.2. MÉTODOS

Os dados podem ser analisados usando-se dois enfoques:

- O tempo em dias até a germinação das sementes após quebra de sua dormência, por Análise de Sobrevivência.
- A proporção de germinação no término do experimento, por Análise de Variância (ANOVA).

Utilizou-se o software estatístico R para executar as análises.

2.2.1. Análise de Sobrevivência

O termo análise de sobrevivência refere-se basicamente a situações médicas envolvendo dados censurados, porém também é utilizada para estudos em outras áreas que possuem um interesse similar.

Em análise de sobrevivência, a variável resposta é geralmente o tempo até a ocorrência de um evento de interesse. Este tempo é denominado tempo de falha. A principal característica em estudos de sobrevivência é a presença de censura, que é a observação parcial da resposta. Neste estudo, a variável censura é a germinação ou não da semente.

A variável aleatória não negativa T , que representa o tempo de falha, é usualmente especificada em análise de sobrevivência pela sua função de sobrevivência ou pela taxa de falha ou risco.

A função de sobrevivência é uma das principais funções probabilísticas usadas para descrever estudos de sobrevivência. A função de sobrevivência, denotada como $S(t)$, é definida como a probabilidade de uma observação não falhar até determinado tempo t , ou seja:

$$S(t) = P(T \geq t) \quad (2.1)$$

2.2.2 Método de Kaplan-Meier

O estimador não-paramétrico de Kaplan-Meier é usado para estimar a função de sobrevivência e é também chamado de estimador limite-produto. Ele é uma adaptação da função de sobrevivência empírica que, na ausência de censuras, é definida como:

$$\hat{S}(t) = \frac{\text{n}^\circ \text{ de observações que não falharam até o tempo } t}{\text{n}^\circ \text{ total de observações no estudo}} \quad (2.2)$$

$\hat{S}(t)$ é uma função escada com degraus nos tempos observados de falha de tamanho $1/n$, onde n é o tamanho da amostra.

O estimador de Kaplan-Meier, na sua construção, considera, tantos intervalos de tempo quanto forem o número de falhas distintas. Os limites dos intervalos de tempo são os tempos de falha da amostra.

Na presença de censuras, este estimador é definido da seguinte forma: suponha que existem n pacientes no estudo e $k(\leq n)$ falhas distintas nos tempos $t_1 < t_2 < \dots < t_k$. Ocasionalmente podem ocorrer mais de uma falha no mesmo tempo, o que é chamado de empate. Desta forma, vamos usar a seguinte notação:

- d_j : número de falhas no tempo t_j ,
- n_j : número de indivíduos sob risco em t_j , ou seja, os indivíduos que não falharam e não foram censurados até o instante imediatamente anterior a t_j .

O estimador de Kaplan-Meier é definido como:

$$\hat{S}(t) = \prod_{j:t_j < t} \left(\frac{n_j - d_j}{n_j} \right) \quad (2.3)$$

O teste de *logrank* (Mantel, 1966) é muito utilizado em análise de sobrevivência e é particularmente apropriado quando a razão das funções de risco dos grupos a serem comparados é aproximadamente constante. Esse teste verifica se há diferenças entre curvas de sobrevivência.

2.2.3 Modelos de Regressão Paramétricos

Existe uma série de modelos probabilísticos utilizados em análise de dados de sobrevivência. Alguns deles, no entanto, ocupam uma posição de destaque por sua comprovada adequação a várias situações práticas. Entre estes:

- Exponencial

Com sua respectiva função de sobrevivência:

$$S(t) = \exp \left\{ - \left(\frac{t}{\alpha} \right) \right\} \text{ para } t \geq 0 \quad (2.4)$$

e função taxa de falha:

$$\lambda(t) = \frac{1}{\alpha} \text{ para } t \geq 0 \quad (2.5)$$

- de Weibull

Com sua respectiva função de sobrevivência:

$$S(t) = \exp \left\{ - \left(\frac{t}{\alpha} \right)^\gamma \right\} \text{ para } t \geq 0, \alpha \text{ e } \gamma > 0 \quad (2.6)$$

e função taxa de falha:

$$\lambda(t) = \frac{\gamma}{\alpha^\gamma} t^{\gamma-1} \text{ para } t \geq 0, \alpha \text{ e } \gamma > 0 \quad (2.7)$$

- Log-Normal

Com sua respectiva função de sobrevivência:

$$S(t) = \Phi \left(\frac{-\log(t) + \mu}{\sigma} \right) \quad (2.8)$$

e função taxa de falha:

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{S(t)} \quad (2.9)$$

sendo $f(t)$ a função de densidade da log-normal:

$$f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi t} \sigma} \exp \left\{ - \frac{1}{2} \left(\frac{\log(t) - \mu}{\sigma} \right)^2 \right\} \text{ para } t > 0 \quad (2.10)$$

Para maiores informações sobre modelos de regressão paramétricos, consultar Colosimo, E.A., Giolo, S.R.

2.2.3 Modelos de Regressão de Cox

Os estudos na área médica podem envolver covariáveis relacionadas com o tempo de sobrevivência. Existem duas classes de modelos propostos na literatura: os modelos paramétricos e os semi-paramétricos. A segunda classe pode ser chamada de Modelo de Regressão de Cox.

O modelo de regressão de Cox permite a análise de dados onde a resposta medida é o tempo até a ocorrência de um evento de interesse, ajustando por covariáveis. A expressão geral do modelo considera:

$$\lambda(t) = \lambda_0(t) \exp(\beta_1 x_1 + \dots + \beta_p x_p) \quad (2.11)$$

em que β é o vetor de parâmetros associado às covariáveis.

O modelo de Cox é conhecido como sendo semi-paramétrico por assumir que as covariáveis atuam multiplicativamente no risco pela relação $\exp(x'\beta)$ e por não ser assumida nenhuma forma paramétrica para $\lambda_0(t)$.

Funções relacionadas a $\lambda_0(t)$ são importantes, elas referem basicamente à função de taxa de falha acumulada de base:

$$\Lambda_0(t) = \int_0^t \lambda_0(u) du \quad (2.12)$$

e à correspondente função de sobrevivência de base:

$$S_0(t) = \exp\{-\Lambda_0(t)\} \quad (2.13)$$

E a função de sobrevivência:

$$S(t) = [S_0(t)]^{\exp(x'\beta)} \quad (2.14)$$

2.2.3 Análise de Variância (ANOVA)

Em um experimento, é de interesse avaliar simultaneamente duas ou mais amostras, testando se existem diferenças significativas entre elas. Sabe-se, porém, que além do efeito do tratamento utilizado e avaliado, podem existir efeitos desconhecidos, que nem sempre podem ser controlados, provocando uma *variação ao acaso* nos dados obtidos do experimento.

A *Análise de Variância* consiste em decompor a variação total das observações do experimento em partes que podem ser atribuídas a causas controladas (conhecidas) e em partes a causas não controladas e/ou não controláveis (desconhecidas), o erro ou resíduo.

Considere o seguinte modelo:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \quad (2.15)$$

Onde:

y_{ij} = observação do i -ésimo tratamento na j -ésima unidade experimental ou parcela,

μ = efeito constante (média geral),

τ_i = efeito do i -ésimo tratamento,

ε_{ij} = erro associado ao i -ésimo tratamento na j -ésima unidade experimental ou

parcela, assumindo $\varepsilon_{ij} \stackrel{iid}{\sim} N(0, \sigma^2)$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as análises apresentadas a seguir foi utilizada a variável tempo subtraída de uma constante t_0 , isto é, $(tempo - t_0)$, com $t_0 = 5,9$ sendo um tempo de garantia, pois todas as germinações começaram a partir do sexto dia.

3.1. Método Kaplan-Meier

Na figura 3.1. são apresentados as curvas de sobrevivência estimadas por meio do estimador de Kaplan-Meier para os quatro tratamentos.

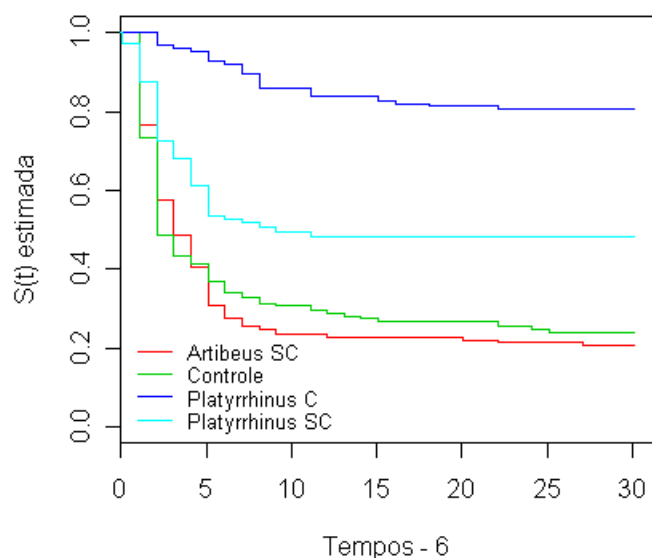


Figura 3.1: Sobrevivências estimadas por Kaplan-Meier para os tratamentos ASC, Controle, PC e PSC.

Pelo teste *logrank* pode-se verificar se há diferenças entre as curvas de sobrevivências. A Tabela 3.1. mostra os resultados dos testes *logrank* realizados para as comparações dos tratamentos entre si e dois a dois.

Tabela 3.1: Resultados dos testes *logrank*

Tratamento	Estatística	p-valor
Geral	316.3	< 0.0001
PC x PSC	42.2	8.32e-11
PSC x Controle	19.9	8.11e-06
Controle x ASC	0.1	0.735

Pelos resultados da Tabela 3.1. pode-se concluir que existem diferenças entre todos os tratamentos (p -valor < 0.0001). Comparando dois a dois, existem diferenças entre os tratamentos PC e PSC (p -valor = 8.32e-11) e entre os tratamentos PSC e Controle (p -valor = 8.11e-06). Não há diferenças significativas entre os tratamentos Controle e ASC (p -valor = 0.735).

3.2. Modelos de Regressão Paramétricos

Três modelos de regressão paramétricos foram ajustados aos dados (Exponencial, Weibull e Log-Normal), no entanto nenhum deles apresentou ajuste satisfatório, como pode ser visto na Figura 3.2. para o modelo Log-Normal, por exemplo.

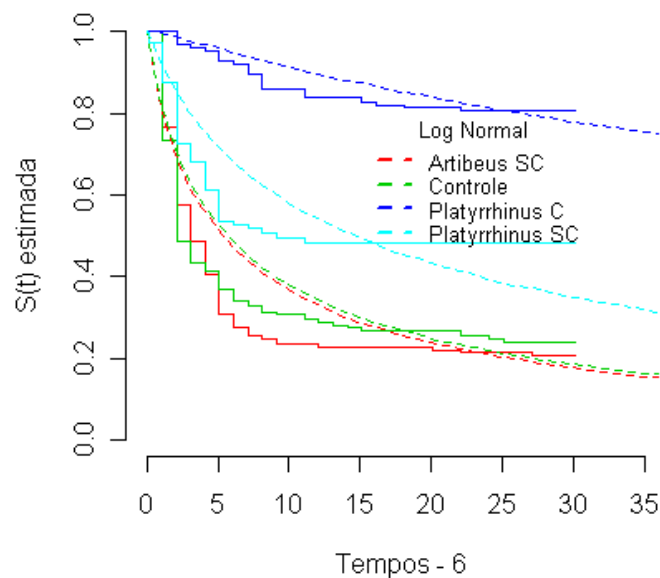


Figura 3.2: Gráfico das sobrevivências estimadas por Kaplan-Meier e das sobrevivências estimadas por Log-Normal.

Verificando o modelo de regressão paramétrico Log-Normal, observa-se mais claramente que o modelo ajustado superestima em uma dada variação dos tempos e subestima em outra as probabilidades de sobrevivência, não sendo satisfatório o modelo de regressão.

A seguir será ajustado o modelo de regressão semi-paramétrico de Cox.

3.3. Modelo de regressão de Cox

Utilizando-se o modelo de regressão de Cox, foi inicialmente analisada a suposição de riscos proporcionais, necessária para o uso deste modelo.

Existem algumas propostas na literatura para auxiliar na verificação da suposição de riscos proporcionais, aqui são apresentados duas ferramentas gráficas e um teste estatístico.

Na Figura 3.3 é apresentado um gráfico do logaritmo da função de taxa de falha acumulada de base *versus* os tempos

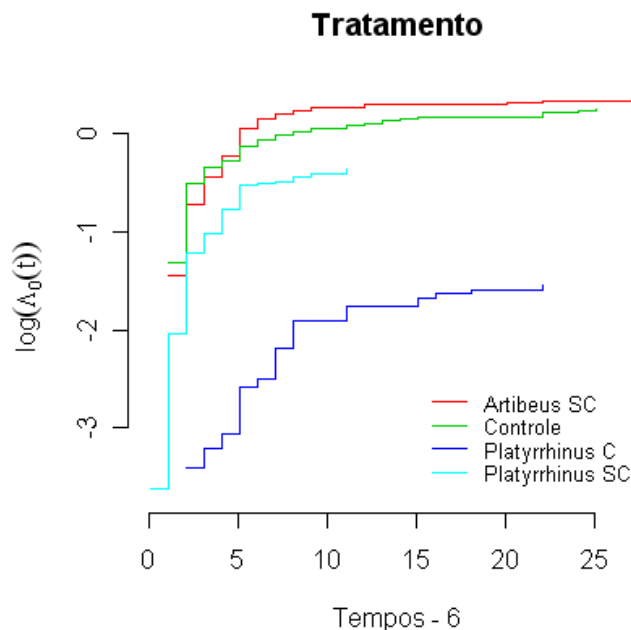


Figura 3.3: $\log(\Lambda_0(t))$ *versus* (tempo – 6) para a covariável tratamento.

Analisando esse gráfico, diria que não há sérios indícios e violação da suposição de riscos proporcionais. Como forma alternativa, na Tabela 3.2

será verificado a suposição de riscos proporcionais pelos resíduos de Schoenfeld.

Tabela 3.2: Testes da proporcionalidade dos riscos no modelo ajustado

covariável	rho(ρ)	X ²	p-valor
Controle	-0.0057	0.0112	0.91585
PC	0.18394	10.9344	0.00094
PSC	-0.1015	3.5543	0.05939
GLOBAL	-	19.6735	0.00020

Pode-se dizer que a suposição de riscos proporcionais não foi seriamente violada. Rejeitaríamos essa hipótese pelo *p-valor* para PC, mas como esse valor é muito sensível devido a amostra ser muito grande, é melhor analisarmos pelo rho(ρ) de PC = 0.18, que não indica uma correlação alta. Na Figura 3.4 tem-se mais uma alternativa gráfica para suposição de riscos proporcionais, usando os resíduos padronizados de Schoenfeld.

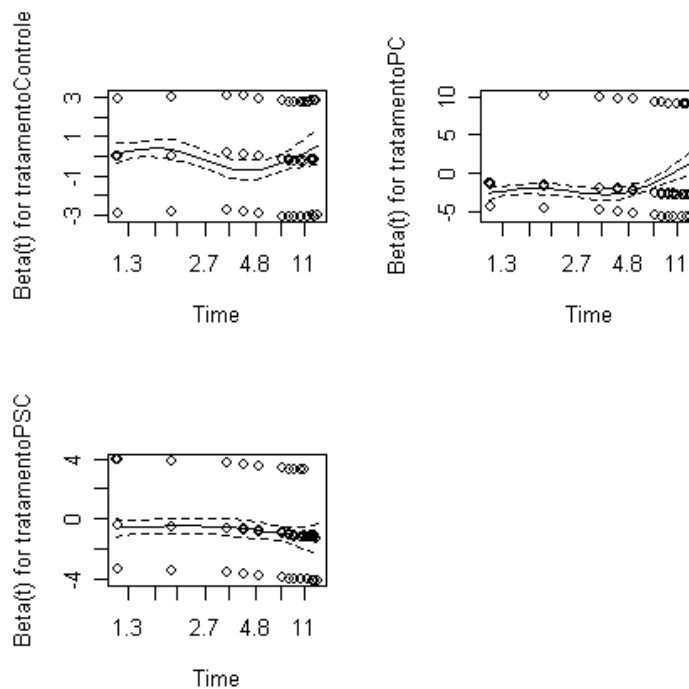


Figura 3.4: Suposição de riscos proporcionais para a covariável tratamento fazendo o uso dos resíduos padronizados de Schoenfeld.

Pode observar-se pelos resíduos padronizados de Schoenfeld a ausência de tendências acentuadas para qualquer um dos tratamentos, concluindo, assim, pela possibilidade do uso do modelo de Cox.

Na Figura 3.5 é apresentado as curvas de sobrevivência estimadas pelo modelo de Cox sobre as curvas de sobrevivência de Kaplan-Meier.

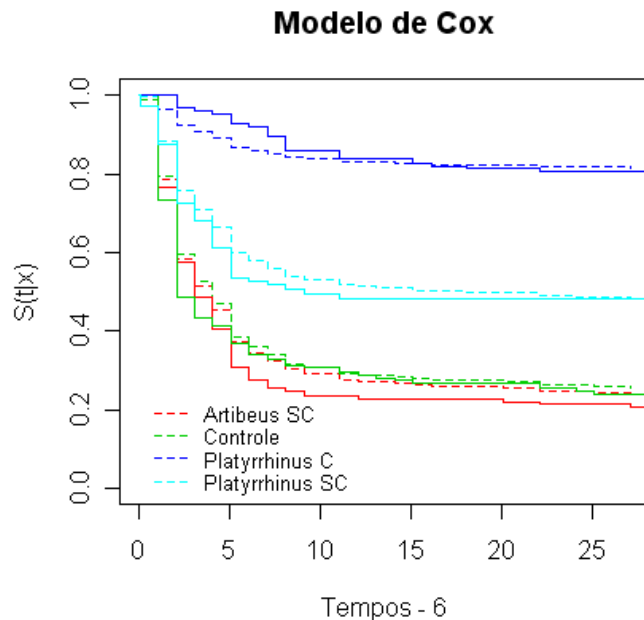


Figura 3.5: Gráfico das sobrevivências estimadas por Kaplan-Meier e das sobrevivências estimadas pelo modelo de Cox.

A curva de sobrevivência estimada pelo modelo de Cox ficou subestimada para o tratamento ASC, mas como ASC e Controle não diferem estatisticamente, o modelo ficou satisfatoriamente ajustado.

Uma outra alternativa de visualizar as estimativas do modelo de Cox é pelo gráfico dos riscos acumulados, que, nesse estudo, é de melhor interpretação, pois o interesse é no risco de germinação. Este gráfico é apresentado na Figura 3.6.

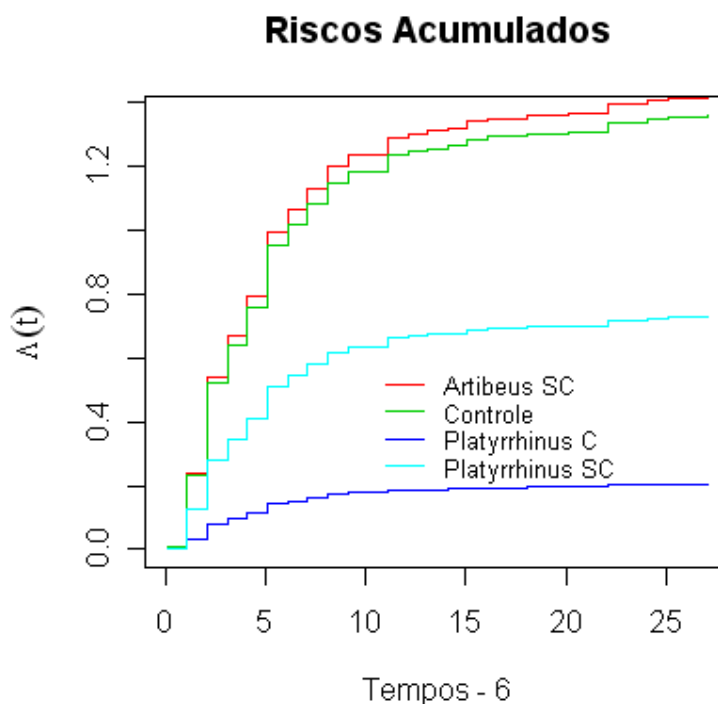


Figura 3.6: Gráfico de (tempo – 6) *versus* $\Lambda(t)$ = Riscos Acumulados

A partir da Figura 3.6, pode-se observar que há um risco de germinação maior nos tratamentos Controle e ASC em relação a PSC e PC.

Na Tabela 3.3 são apresentadas as interpretações dos coeficientes ajustados pelo modelo do Cox.

Tabela 3.3: Estimativas do ajuste do modelo de regressão de Cox e as correspondentes razões de risco (RR).

Covariável	β	RR = $e^{-\beta}$	IC _{95%}
Controle	-0.0427	1.04	(0.8071 ; 1.3495)
PC	-1.9411	6.97	(4.6296 ; 10.4822)
PSC	-0.6661	1.95	(1.4620 ; 2.5934)

Referência: ASC

A partir dos resultados apresentados na Tabela 3.3, pode-se observar que a Razão de Risco (RR) para Controle não é significativa, pois o valor 1 está contido no intervalo de confiança para RR, ou seja, o risco de germinação de Controle não difere do risco de ASC.

Portanto, o risco de germinação dos tratamentos ASC ou Controle é 7 vezes o risco do tratamento PC. Além disso, pode-se dizer com 95% de confiança que esse risco varia entre 4.63 e 10.48.

O risco de germinação do ASC ou Controle é aproximadamente 2 vezes o risco de germinação do PSC, ainda pode-se dizer com 95% de confiança que esse risco varia entre 1.46 e 2.59.

3.4 ANOVA para proporção de germinação

Na Tabela 3.4 são apresentados os resultados da análise de variância para a proporção de germinação.

Tabela 3.4: ANOVA para proporção de germinação

CV	GL	SQ	QM	F	p-valor
tratamento	3	1.15156	0.38385	35.524	2.646e-07
Residuals	16	0.17289	0.01081		
TOTAL	19				

Rejeita-se a hipótese de igualdade de proporções entre tratamentos, há diferenças entre as proporções médias.

Verificando os pressupostos para os erros, a hipótese de homocedasticidade não foi rejeitada pelo teste de Bartlett ($K\text{-squared} = 3.8553$ com respectivo $p\text{-valor} = 0.2775$).

A hipótese de normalidade dos erros também não foi rejeitada, com respectivo $p\text{-valor} = 0.8443$ pelo teste de Shapiro – Wilk ($W = 0.9744$).

Verificado os pressupostos para os resíduos, o próximo passo é fazer comparações múltiplas entre os pares de proporções médias dos tratamentos.

Uma alternativa de comparar as proporções médias é pelo gráfico das diferenças entre médias, apresentado na Figura 3.7.

95% family-wise confidence level

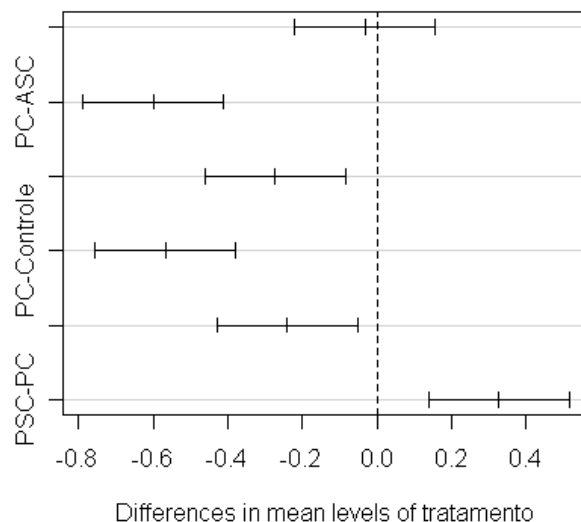


Figura 3.7: Gráfico das diferenças entre médias dos pares de proporções médias dos tratamentos

As diferenças mínimas são geradas pela estatística de Tukey. Outra alternativa de comparar as proporções médias é pela tabela das diferenças entre médias, apresentado na Tabela 3.4.

Tabela 3.4: Tabela das diferenças entre médias dos pares de tratamentos

Tratamento	Médias	
PC	0.1933	a
PSC	0.52	b
Controle	0.76	c
ASC	0.7933	c

Pode-se ver que as proporções médias dos tratamentos ASC e Controle não diferem entre si e diferem entre as outras, e a proporção média de PC e de PSC diferem das outras.

4. CONCLUSÕES

Não foi possível ajustar um modelo de regressão paramétrico aos dados sob análise quando considerado o tempo de germinação das sementes.

Já modelo de Cox se ajustou satisfatoriamente, podendo –se concluir que o risco de germinação dos tratamentos ASC ou Controle é 7 vezes o risco do tratamento PC. Além disso, pode-se dizer com 95% de confiança que esse risco varia entre 4.63 e 10.48.

O risco de germinação do ASC ou Controle é aproximadamente 2 vezes o risco de germinação do PSC. Este risco, com 95% de confiança, varia entre 1.46 e 2.59.

Na ANOVA, em que é considerada a proporção de germinação e não o tempo de germinação, fica também evidente que os tratamentos Controle e ASC não diferem estatisticamente, sendo que o ASC apresentou a maior proporção média de germinação.

Das análises das taxas de germinação, pelo modelo de regressão de Cox, e das análises das proporções de germinação, pela ANOVA, conclui-se que as sementes controle e as que passaram pelo trato digestivo dos *Artibeus lituratus* obtiveram uma taxa de germinação maior que as sementes que passaram pelo trato digestivo dos *Platyrrhinus lineatus*. Essa conclusão é interessante pela importância que o morcego *Artibeus lituratus* tem na disseminação e proliferação da *C. pachystachya* (embaúba), importante para a regeneração de ecossistemas florestais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Colosimo, E.A., Giolo, S.R. *Análise de Sobrevivência Aplicada*. São Paulo: Edgard Blucher, 2006.
- CS Aneshensel, AL Estrada, MJ Hansell, VA Clark - *Journal of Health and Social Behavior*, 1987 – JSTOR
- Gardner, H. W., Weisleder, D., *Lipids* 5, 678 (1970).
- GALINDO-GONZÁLEZ, J., 1998, Dispersión de semillas por murciélagos: su importancia en la conservación y regeneración del bosque tropical. *Acta Zool. Mex. (n.s.)*, 78: 57-74.
- GORCHOV, D.L.; F. CORNEJO; C. ASCORRA & M. JARAMILLO. 1993. The role of seed dispersal in the natural regeneration of rain forest after strip-cutting in the Peruvian Amazon, p. 339-349.
- Lobova, D., Smola, J., and Cizek, A. (2004) Decreased susceptibility to tiamulin and valnemulin among Czech isolates of *Brachyspira hyodysenteriae*. *J Med Microbiol* **53**: 287–291.
- Mantel, N. (1966). Evaluation os survival data and two new rank order statistics arising in its consideration. *Câncer Chemotherapy Reports*, **50**, 163-170.
- Souza, R.P. & Valio, I.F.M. 2001. Seed size, seed germination and seedling survival of Brazilian tropical tree species differing in successional status. *Biotropica* 33: 447-457.
- R Development Core Team (2006). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.
- Theodore H. Fleming, Charles F. Williams *Journal of Tropical Ecology*, Vol. 6, No. 2 (May, 1990), pp. 163-178
- Theodore H. Fleming, E. Raymond Heithaus, *Biotropica*, Vol. 13, No. 2, Supplement: Reproductive Botany (Jun., 1981), pp. 45-53
- Theodore H. Fleming, Vinicio J. Sosa *Journal of Mammalogy*, Vol. 75, No. 4 (Nov., 1994), pp. 845-851.
- Van Der Pijl, L. 1972. *Principles of dispersal in higher plants*. 2 ed. Springer-Verlag, Berlin, New York.
- VIEIRA, S. *Estatística Experimental*. 2 ed. São Paulo: Atlas, 1999.